

铜官山矿田铜金成矿模式探讨

袁小明

(铜陵有色金属公司,安徽铜陵 244000)

摘 要 铜官山矿田是长江中下游铜铁金成矿带铜陵矿集区中 4 个主要矿田之一,矿田由铜官山铜矿床、天马山硫金矿床、金口岭铜金矿床组成。矿田内地表出露志留系至三叠系地层,岩体有铜官山石英闪长岩、天鹅抱蛋山石英闪长岩和金口岭花岗岩闪长岩等。根据矿体产状、矿化特征、蚀变类型等,矿体分为夕卡岩型矿体、层状矿体及细脉浸染型矿体。不同产状矿体是由不同容矿构造所决定的,夕卡岩型矿体是由接触带构造控制的,层状矿体是由 C_{2+3}/D_3w 层间滑脱面构造控制的,当两种构造交叉时形成“人”形或“Y”形矿体。层状矿体的形成经历了 2 个成矿阶段,即燕山期岩浆作用形成的含铜金等成矿物质的岩浆热液,沿着层间构造移动时,交代叠加改造在晚石炭世沉积形成的含铜等的黄铁矿层,形成层状铜硫矿体或硫金矿体。Pb、O 等同位素特征及成矿温度研究资料表明,成矿物质和含矿热液主要来源于岩浆,部分来源于地层。由于区域基底控岩断裂构造活动的多期性、长期性及脉动性,从而导致岩浆房的演化、分异,不仅使岩性上存在一定差异,而且不同岩体其含铜、金性上有一定差异。不同矿种是由于不同期次岩浆含铜金性不同所决定的。

关键词 铜金矿田 岩浆演化 成矿模式 铜官山

A Tentative Discussion on the Copper and Gold Metallogenic Model of the Tongguanshan Orefield

YUAN Xiaoming

(Tongling Nonferrous Company, Tongling, Anhui, 244000)

Abstract Being one of the four main orefields in the Tongling ore concentration area along the Middle and Lower Yangtze Valley copper-iron-gold metallogenic belt, the Tongguanshan orefield consists of the Tongguanshan copper deposit, the Tianmashan sulfur-gold deposit and the Jinkouling copper-gold deposit. In the orefield, Silurian to Triassic strata are exposed at the surface, and the intrusives include the Tongguanshan quartz diorite, the Tianebaodanshan quartz diorite and the Jinkouling granodiorite. According to attitudes of the orebodies, characteristics of mineralizations and types of alterations, the orebodies can be classified into skarn orebodies, stratiform orebodies and veinlet disseminated orebodies. Orebodies of different attitudes are decided by different host structures: skarn orebodies are controlled by structures of the contact zone, stratiform orebodies are governed by C_{2+3}/D_3w interlayer detachment surface structures, and where these two kinds of structures are intersected with each other, the C shaped or Y-shaped orebodies are formed. The formation of the stratiform orebodies experienced two ore-forming stages, i. e., when the copper-, gold-bearing magmatic hydrothermal fluids formed by Yanshanian magmatic activity moved along the interlayer structures, they replaced, superimposed upon and reformed the copper-bearing pyrite bed formed by Late Carboniferous sedimentation and thus yielded stratiform copper-sulfur orebodies or sulfur-copper orebodies. Studies of lead and oxygen isotope data and ore-forming temperatures show that the ore-forming materials and ore-bearing hydrothermal fluids were derived mainly from magma and partly from strata. The multi-phase and protracted natures as well as pulsation of the activities of the regional basement rock-controlling fractural structures led to the evolution and differentiation of the magma chamber and, as a result, there exist differences not only in petrologic characters but also in copper and gold potentials of the intrusive bodies. Different ore species are attributed to different copper and gold potentials at different magmatic stages.

Key words copper-gold orefield magmatic evolution metallogenic model Tongguanshan

铜官山矿田是长江中下游成矿带中铜陵四大矿田之一,处于铜陵-戴汇 EW 向构造岩浆带西端南侧,NE 向与 EW 向构造交汇处,西邻长江破碎带。矿田内地表出露志留系至三叠系地层,与矿化关系密切的岩体有铜官山岩体、天鹅抱蛋山岩体和金口岭岩体,均为小型岩体,出露面积分别为 1.5 km²、0.8 km² 和 5 km²。矿田由铜官山铜矿床、天马山硫金矿床、金口岭铜金矿床等组成(图 1)。

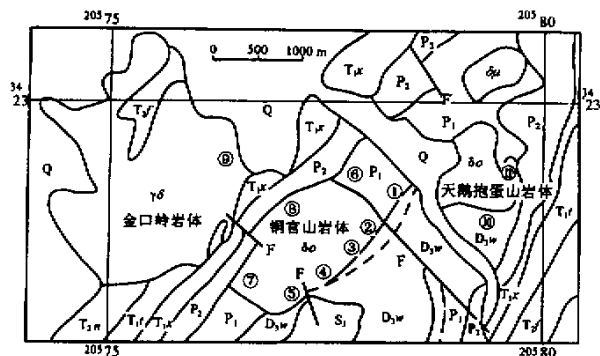


图 1 铜官山矿田地质略图

Fig. 1 Geological sketch of Tongguanshan ore field
Q-第四系;T_{2f}-分水岭组;T_{2n}-南陵湖组;T_{1t}-塔山组;T_{1x}-小凉亭组;P₂-大隆及龙潭组;P₁-孤峰及栖霞组;D_{3w}-泥盆纪五通组;S₃-志留纪寨山组;δ-石英闪长岩;γδ-花岗闪长岩;δμ-闪长玢岩;F-断层;

①~⑧-铜官山矿床;⑨-金口岭矿床;⑩~⑪-天马山矿床

Q-Quaternary system;T_{2f}-Fenshuiling formation;T_{2n}-Nanlinghu formation;T_{1t}-Tashan formation;T_{1x}-Xiaoliangting formation;P₂-Dalong & longtan formation;P₁-Gufeng & qixia formation;D_{3w}-Wutong formation;Devonian S₃-Saishan formation of Silurian δ-Quartz diorite;γδ-Granodiorite;δμ-Diorite-porphryite;F-Fault;①~⑧-Tongguanshan deposits;⑨-Jinkouling deposits;⑩~⑪-Tiangmashan deposits

Q-Quaternary system;T_{2f}-Fenshuiling formation;T_{2n}-Nanlinghu formation;T_{1t}-Tashan formation;T_{1x}-Xiaoliangting formation;P₂-Dalong & longtan formation;P₁-Gufeng & qixia formation;D_{3w}-Wutong formation;Devonian S₃-Saishan formation of Silurian δ-Quartz diorite;γδ-Granodiorite;δμ-Diorite-porphryite;F-Fault;①~⑧-Tongguanshan deposits;⑨-Jinkouling deposits;⑩~⑪-Tiangmashan deposits

1 矿床地质特征

1.1 金口岭铜金矿床地质特征

金口岭铜金矿床位于金口岭向斜南东翼,成矿前断裂主要有 NE 向、NW 向、近 SN 向 3 组。金口岭花岗闪长岩体是其成矿岩体。矿体赋存于岩体与围岩的东南接触带的三叠系下统南陵湖组页片状、薄层状大理岩中,是典型夕卡岩型矿体,为不规则脉状和透镜状,沿倾向和走向皆有膨胀、收缩现象,矿体受构造-接触带控制。围岩蚀变主要有夕卡岩化、钾钠长石化、绿泥石化、碳酸盐化、硅化等。金属矿物主要为黄铜矿、斑铜矿,次为辉钼矿、黄铁矿、磁铁矿。脉石矿物有石榴子石、透辉石等。矿石具粒状、晶架状、格状、压碎等结构,呈浸染状、斑点状、脉状、块状和条带状等构造。

1.2 铜官山铜矿床地质特征

铜官山铜矿床位于铜官山倒转短轴背斜之北西

翼,石炭系黄龙、船山组及二叠系栖霞组、孤峰组岩层与石英闪长岩体接触带为该矿床重要的成矿部位。矿床由 8 个矿段组成,分别为松树山、老庙基山、小铜官山、老山、宝山、白家山、笔山、罗家村矿段,依据矿体产状、矿化特征、蚀变类型等,矿体分为夕卡岩型矿体、层状矿体及细脉浸染型矿体。

夕卡岩型矿体产于岩体与灰岩接触带,受接触带构造控制,矿体呈透镜状或不规则状,如笔山、罗家村、老庙基山及小铜官山矿段的接触带矿体,矿体规模一般较小,围岩蚀变以石榴子石、透辉石夕卡岩化为特征。金属矿物主要有磁铁矿、黄铜矿、磁黄铁矿、黄铁矿等,非金属矿物有石榴子石、钙铁辉石、透辉石、阳起石、绿泥石、石英、方解石等。矿石结构常见有交代溶蚀、交代充填、交代残余结构,主要有块状、脉状构造等。

层状矿体主要产于 D_{3w} 上段砂页岩与黄龙组白云岩之间,严格受层位控制,呈层状或似层状,水平伸延,自宝山—老山—小铜官山—老庙基山—松树山—天马山,达 4 km。局部可与夕卡岩型矿体结合,当夕卡岩型矿体与层状矿体复合时,则形成“人”字或“Y”字形矿体。金属矿物除含有磁铁矿、磁黄铁矿、黄铁矿、黄铜矿外,还含有较多的胶状黄铁矿。远离接触带胶状黄铁矿成层产出。脉石矿物除石榴子石、透辉石外,还出现蛇纹石、滑石、金云母、镁橄榄石、绿泥石、石英、方解石等。从远离岩体接触带至岩体,金属矿物变化为:胶状黄铁矿→黄铁矿→磁黄铁矿→磁铁矿,结构上由莓球状、胶状为主呈以变晶为主至交代残余和自形、半自形晶为主,矿石构造由层纹状→条纹状→条带状→块状,铜矿化强度由弱变强,显示岩浆热液叠加的特征。

细脉浸染型矿体见于岩体与五通组石英岩和角闪岩接触带及岩体一侧,矿体形态不规则,主要受构造裂隙控制,呈细脉浸染状黄铜矿化,仅局部可见,规模很小。主要金属矿物有黄铜矿、黄铁矿,少量闪锌矿、辉钼矿和白钨矿。非金属矿物主要为石英、黑云母、绢云母、长石和少量白云母。

1.3 天马山硫金矿床地质特征

天马山硫金矿床处在铜官山背斜倾没端近端部,矿体以 Au、S 为主,并伴有 Cu、Pb、Zn、As 等多种元素,是一大型高砷硫金矿床。根据矿体的赋存部位及矿体与地层的关系,可将天马山硫金矿床的矿体分为层状矿体、接触带矿体和穿层矿体。接触带矿体产于岩体与栖霞灰岩的接触带上,矿体呈透镜状、囊状,形态复杂,产状不稳定,局部近于直立,具夕卡岩型矿体的典型特征。穿层矿体主要是天山矿

段的Ⅰ、Ⅱ号矿体,赋存在石炭系黄龙灰岩、船山灰岩及船山灰岩与二叠系栖霞灰岩交界处附近,矿体呈不规则透镜状、囊状、筒状,产状较陡,与地层产状不一致。层状矿体产状与地层一致,如天山矿段的Ⅲ号矿体,主要赋存在黄龙组白云岩与泥盆纪五通组交界处;马山矿段的矿体主要为层状矿体,赋存在黄龙组大理岩(C_2h^2)与白云岩(C_2h^1)交界处以及黄龙灰岩和船山灰岩交界处及黄龙大理岩下部,矿体呈似层状、层状。

矿石成分较复杂,主要金属矿物有磁黄铁矿、黄铁矿,其次有毒砂、胶状黄铁矿、磁铁矿、黄铜矿等。脉石矿物主要有石英、方解石、白云石、滑石、蛇纹石、绿泥石、石榴子石、菱铁矿等。矿石结构主要有自形-半自形晶、他形、胶状、填隙、交代残余、压碎、乳浊状、包含和变余结构等。矿石构造主要有块状、浸染状、稠密浸染状、条带(纹)和角砾状构造等。

热液蚀变发育于构造裂隙及近矿围岩中。

2 成矿模式探讨

2.1 控矿因素

2.1.1 层位及岩性 矿床基本上产于浅海相至滨海相的碳酸盐岩地层中,矿体赋存于由碎屑岩向碳酸盐岩相过渡带内,地层对成矿的控制作用,主要表现为碳酸盐岩地层岩性脆、化学性质活泼,有利于交代而形成容矿空间。

天马山硫金矿、铜官山铜矿层状矿体赋存在石炭系黄龙组地层中,受层位控制,这一含矿层位在区域上完全可以对比,如铜陵冬瓜山、新桥硫铁矿矿床、江西城门山、武山铜矿床、南京栖霞山铅锌矿床等。其含矿层位空间分布的稳定性和对比性,反映了原始沉积因素对成矿的控制,主要原因为:①黄龙组底部有一沉积黄铁矿层($Cu\ 0.1\%$),为后期成矿提供了部分物质来源;②黄龙组与五通组之间存在假整合面,易形成层间滑脱面,成为容矿空间,是本区层状矿体的主要容矿构造。

2.1.2 构造控制 区域性深大断裂控制着岩浆活动,盖层构造是岩体定位和容矿构造。矿床位于铜官山“S”状背斜的倾没端,同时又处于背斜轴面转折部位,构造应力集中,断裂发育,导致岩浆多期次侵入,为后期成矿热液运移、沉淀提供了有利场所。

(1)侵入接触带构造:岩体与碳酸盐岩接触形成的侵入接触带部位夕卡岩比较发育,形成典型接触带夕卡岩型矿体。

(2)接触带断裂构造:该区重要控矿接触带均与

断裂构造复合,破碎强烈,有利于矿化,如金口岭矿床,类似的还有铜官山矿床的宝山、老山、白家山、小铜官山等矿段的矿体。

(3)层间构造:由于区内不同时代地层之间,有的存在假整合面,有的岩性存在显著差异,在地层褶皱变形时形成的层间断裂,又为以后多期构造叠加,往往表现为层间滑动、层间裂隙和层间滑脱构造,是矿田的主要容矿构造。该区 C_{2+3}/D_3w 层间滑脱面广泛发育,滑脱面可迁移到 P_1q/D_3w 层间,石炭系黄龙组白云岩中沉积有胶状黄铁矿层,岩浆热液沿此层间滑脱构造迁移时,与黄铁矿层发生叠加改造,形成复合成因的层状矿体,如铜官山矿床的老庙基山、松树山、小铜官山、涝山、宝山矿段的层状矿体;天马山硫金矿床层状矿体,亦受此种构造控制。

(4)裂隙构造:这类控矿构造多为NNE向构造的派生构造,控制细脉浸染型矿体,如铜官山矿床老庙基山矿段负175 m中段发育的含铜石英脉,脉体走向NNE,为NNE向构造的派生分枝构造。

2.1.3 岩浆岩控制 矿田内铜金矿化与岩体在空间上密切伴生,矿化时间也与侵入活动有关,成矿元素围绕岩体有水平分带现象,矿化与围岩蚀变关系密切,岩体铜金含量较高。

(1)岩浆岩与矿化的空间关系:接触带矿体严格受岩体与围岩接触带控制。层状矿体尽管可以沿层位远离岩体接触带达1 km以上,但矿化集中部位仍限制在距岩体不太远的范围内,如天马山硫金矿床,层状矿体远离岩体向南延伸至黄狮涝山一带。主要的金矿石为氧化矿石,原生矿石品位较低,反映原生高品位金矿石与岩体具有明显的空间依存关系。浅部岩体呈舌状超覆于地层和矿体之上,深部尚未发现有较大的岩体,但据包体测温资料,同一种矿物在不同标高温度具从上到下增高的趋势,推测深部有一隐伏的岩体存在。这一推断亦可从矿区元素垂向分带特征上得到印证,超覆的石英闪长岩体赋存标高在负100 m以上,而垂向分带的前缘元素As、Pb、Zn等分布在负300 m标高以上,在负300 m标高以下Au、Cu等元素消失,可以认为,成矿热液来自于深部的隐伏岩体(戚建中,1998)。

(2)岩浆演化与矿化的成因关系:铜陵地区的中酸性侵入岩,属于高钾钙碱性岩系,其形成是原始幔源高钾碱性玄武岩浆上升过程中受到地壳物质混入,岩浆组分发生重新调整,在经历了同化混染(同熔混合)和分离结晶作用之后,所形成的以中酸性岩浆为主体的岩浆,在浅构造层就位的产物。原始岩

浆在从深部到浅部的过程中,曾有多次停积,形成了多层次岩浆房(体),并在不同的岩浆房(体)形成过程中,通过与围岩相互作用,不同程度地改变了岩浆的结构、性质和特征,其中对岩浆影响最为显著的是深位岩浆房和高位岩浆房。深部岩浆演化过程中,由于镁铁硅酸盐矿物的结晶析出,导致岩浆贫 Mg 及 Cr、Ni 等,相对富集了 Cu、Au、Ag 等。高位岩浆房中的岩浆演化,其鲜明特征是形成了夕卡岩质熔(流)体,是富(钙)铁硅酸盐熔体中趋于富集的含铜硫化物-铁氧化物液体的良好载体,并使之得到了再次预富集,在特定情况下还可形成矿浆(常印佛等,1991;唐永成等,1998)。

矿田内岩体主要有铜官山岩体、天鹅抱蛋山岩体及金口岭岩体。由于各岩体处于不同的构造部位,受不同的构造形迹控制,其地表形态不尽相同。根据磁异常特征,矿田内 3 个成矿岩体在深部 2 km 处相连,岩体 Pb、As 同位素及稀土元素特征也反映了其成因联系(常印佛等,1991;唐永成等,1998)。从岩体同位素年龄资料来看,矿田岩浆活动可分为 2 个主要阶段,即燕山早期阶段与燕山晚期阶段。

铜官山岩体与天鹅抱蛋山岩体为燕山早期岩浆活动的产物,金口岭岩体为燕山晚期岩浆活动的产物。但铜官山岩体是沿着铜官山背斜南段转折端北西翼层间滑脱构造侵位的,而天鹅抱蛋山岩体则是沿铜官山背斜北段转折端南东翼近核部虚脱空间侵入的。由于二者浅部定位构造的扩张性不同,导致岩浆后期演化分异存在一定差异。二者主体都是石英闪长岩,但天鹅抱蛋山岩体是一多期次岩浆活动形成的复式岩体,随着石英闪长岩→花岗闪长岩→微文象花岗岩的演化,Au 含量分别为 95×10^{-9} 、 78×10^{-9} 和 63×10^{-9} ,表明随着岩浆的演化,Au 不断地从岩浆中析出(俞沧海,2000)。晚期岩浆活动主要受早期 NNE 向构造第二阶段断裂活动的影响,金口岭岩体局部向 NW 向凸出,这与 NNE 向断裂和早期 NW 向横张断裂的交叉复合有关。由于区内基底控岩断裂活动具长期性、多期性和脉动性,从而导致岩浆房的演化、分异及其中成矿物质的分异与富集。从表 1 可以看出,各岩体不仅在岩性上存在一定差异,而且反映在不同岩体其含 Cu、Au 性上有一定差异,所形成的矿床其矿种亦不相同。

表 1 铜官山矿田不同岩体对比
Table 1 Comparison of lithology and types in different deposits of Tongguanshan ore field

岩 体	岩 性	同位素年龄/Ma	Au/ $\times 10^{-9}$	Cu/ $\times 10^{-6}$	矿床类型
铜官山	石英闪长岩	142.3	2.33	126.31	铜(硫)矿床
天鹅抱蛋山	石英闪长岩	137.4~143	3.6~247	13.29	硫金矿床
金口岭	花岗闪长岩	114	195.0	550	铜金矿床

2.2 成矿物质来源

Pb 同位素特征可提供比较直接的有关金属成矿物质来源的地球化学证据,矿田内矿体、地层、岩体的 Pb 同位素组成见表 2。矿床的方铅矿具有比较稳定的 Pb^{206}/Pb^{204} 值(变化在 18.22~18.78 之间,平均为 18.43),与岩体岩石铅的 Pb^{206}/Pb^{204} 值(18.30)相当,与长江中下游地区岩浆期后热液矿床矿石铅的 Pb^{206}/Pb^{204} 值(18.30~18.70)亦相当,与容矿围岩的岩石铅 Pb^{206}/Pb^{204} 值不同(18.54~20.37,平均 19.46),反映了与岩浆的成因联系(黄许成,1994;俞沧海,2000)。黄铁矿中 Pb 同位素组成变化较大,其 Pb^{206}/Pb^{204} 值为 17.53~20.01。将表 2 数据投影到 $^{207}Pb/^{204}Pb$ - $^{206}Pb/^{204}Pb$ 同位素组成图上,矿体中方铅矿的点很集中,并与岩体的点相近,围岩岩石铅的点分散,与岩体的点相距较远,矿体中黄铁矿的点很分散,一部分与岩体与矿石中方

铅矿的点相近,一部分与围岩地层的点相近,表明有部分成矿物质来源于地层(俞沧海,2000)。

区域地层地球化学研究表明,除黄龙组底部的一沉积黄铁矿层外,含矿层位与地层的含矿性不存在对应关系,矿区及近矿地层中 Cu、Au 的平均含量,高于区域地层中的含量是矿化作用影响的结果。铜官山铜矿床 Cu 品位总体筛分结果表明有 2 个分总体,A 总体为 10%,B 总体为 90%。A 总体均值为 0.02,代表地层含铜性,B 总体均值为 0.31,代表岩体来源,即 90% 铜来源于岩浆。对远离岩体的 04 孔铜品位进行筛分,结果为 78% 来自岩浆,22% 来自地层(黄许陈,1994)。这从另一侧面表明,金属成矿物质主要与岩浆作用有关,部分来源于地层。

根据 S 同位素及矿化特征研究,该区矿床 S 同位素一般多解释为深源或幔源,并与岩浆作用有关,部分来源于地层(黄许陈,1994)。As 主要来源于地层(俞沧海,2000)。

表 2 铜官山矿田铅同位组成
Table 2 The composition of lead isotopes of Tongguanshan ore field

矿床	测定对象	²⁰⁶ Pb/ ²⁰⁴ Pb	²⁰⁷ Pb/ ²⁰⁴ Pb	²⁰⁸ Pb/ ²⁰⁴ Pb	资料来源
天马山	矿体中的方铅矿	18.22	15.34	38.43	八〇一队
		18.78	15.74	39.11	
	天鹅抱蛋山闪长岩体	18.30	15.77	40.14	
	青山岩体(矿区附近)	18.19	15.60	39.48	
	栖霞灰岩(矿体围岩)	19.60	16.41	40.49	
	船山灰岩(矿体围岩)	20.37	16.01	39.53	
	黄龙灰岩(矿体围岩)	19.33	16.45	40.73	
	黄龙白云岩(矿体围岩)	18.54	16.02	39.62	
铜官山	矿体中的方铅矿	18.38	15.53	38.12	黄许陈等,1994
		18.35	15.58	38.91	
	矿体中的黄铁矿	17.53	14.79	35.89	
		18.00	15.77	38.91	
		20.01	15.71	38.16	
铜山(邻区)	矿体中的黄铜矿	18.46	15.57	38.65	俞沧海,2000
	矿体中的黄铁矿	18.65	15.60	38.65	
	石英闪长岩	18.44	15.55	38.63	
	花岗闪长岩	18.52	15.53	38.65	

2.3 成矿热液来源

铜官山岩体中角闪石的 $\delta^{18}\text{O}_{\text{H}_2\text{O}}$ 为 + 7.0‰ , $\delta D_{\text{H}_2\text{O}}$ 为 - 51.9‰ ,从岩体→蚀变矿物→金属矿物(磁铁矿)→石英来看, $\delta^{18}\text{O}$ 值随温度的降低而增加,如夕卡岩(上部)石榴子石为 + 3.92‰ ,磁铁矿为 + 3.84‰ ,石英为 + 15.4‰ ,含矿流体 $\delta^{18}\text{O}_{\text{H}_2\text{O}}$ 的值则从 + 7.92‰ ~ + 9.94‰ ~ + 10.66‰ ,呈逐渐增加趋势。石英矿物中 $\delta D_{\text{H}_2\text{O}}$ 的变化为 - 62.0‰ ~ - 87.7‰ ,主要显示为岩浆水。刘裕庆据冬瓜山矿床的同位素研究,认为 δD 从 - 50‰ → - 96‰ 是有少量大气降水混入的结果^②。杨学明据金口岭石英-水平衡关系,溶液 $\delta^{18}\text{O}$ 为 + 8.05‰ ,认为是混入了 16% 大气降水^③。铜官山蛇纹石的 $\delta^{18}\text{O}_{\text{H}_2\text{O}}$ 为 - 15.1‰ , $\delta D_{\text{H}_2\text{O}}$ 为 - 110.7‰ ,与其他蚀变矿物相比,表明有大气降水的加入。

上述研究表明,矿液水主要来自于岩浆,但有大气降水的加入。

2.4 成矿温度

依据矿物组合情况,早期夕卡岩期矿物形成温

度较高,金口岭石榴石均一温度为 460 ~ 540 ℃ ,透辉石为 367 ~ 589 ℃ ,平均 503 ℃ ;铜官山磁铁矿爆裂温度为 400 ~ 540 ℃ 。热液石英硫化物阶段矿物形成温度相对较低,天马山矿床中主要矿石矿物包体爆裂温度为 232 ~ 348 ℃ ,与岩体包体测温值相当(岩体石英包体均一温度平均为 277 ℃ ,爆裂温度为 386 ℃)。铜官山矿床松树山矿段磁黄铁矿和黄铁矿微量元素温度计计算温度为 257 ~ 403 ℃ ,笔山矿段的闪锌矿-方铅矿矿物对平衡温度为 359 ℃ 。以上数据表明,铜官山矿田成矿温度为 400 ~ 230 ℃ ,代表岩浆热液成矿作用的间距。本区及邻区黄铁矿的部分测温值较低(65 ~ 80 ℃),可能与部分黄铁矿属沉积成因有关(俞沧海,1999)。

2.5 成矿模式

该区及长江中下游地区晚石炭世形成了黄铁矿层(朱上庆,1986),富集 S、Fe、As 以及少部分的 Au、Cu 等成矿元素;印支期—燕山期,太平洋板块活动逐渐增强,原始幔源高钾碱性玄武岩浆经过深位岩浆房和高位岩浆房的演化后,岩浆相对贫 Mg、Ni、Cr 等,而富 Cu、Pb、Zn、Au、Ag 等,同时还从被同化

① 马山金(硫)矿床普查-详查地质报告,1992.
② 刘裕庆,1984.冬瓜山铜矿的稳定同位素研究.
③ 杨学明,1989.金口岭铜金矿床围岩蚀变、成矿物理化学条件及成矿机理研究.

的围岩中萃取这些元素。随着岩浆的演化,金属成矿物质不断从岩浆中析出,岩浆期后热液含有大量的 Cu、Au、Ag、Pb、Zn、S 等成矿物质,沿着接触带上升,在接触带部位形成矿体,尤其是当接触带构造与断裂构造复合时,更有利于成矿产物的聚集,形成工业矿体,如金口岭铜金矿床的铜金矿体,铜官山矿床的罗家村矿段、白家山矿段的铜矿体。夕卡岩形成之后的成矿溶液或同源后续的成矿溶液,当其相对地被封闭在岩体,沿原生裂隙运移,则形成细脉浸染型矿体,如铜官山东石门矿体。随着成矿溶液沿构造裂隙向远离岩体的围岩运移和成矿溶液温度的下降,于非钙质岩或钙质岩石的有利构造裂隙中,矿化、富集形成热液型矿体,如角岩及石英岩中的矿体及天马山硫金矿床中的穿层矿体。当与层间构造相通时,岩浆含矿热液沿着层间断裂等构造裂隙运移,驱动地下水和层间水循环,携带成矿物质活化、转移和富集,并使同生沉积的黄铁矿层由于此种叠加作用而形成层状矿体,如铜官山矿床的宝山-松树山矿段主矿体、天马山矿床的大多数矿体。当岩体接触带构造与层间构造相交时,则形成“人”形或“Y”形矿体,如铜官山矿床笔山矿段上部的夕卡岩型矿体与下部的层状矿体组成的“Y”形矿体。由于区域基底控岩断裂构造活动的多期性、长期性及脉动性,从而导致岩浆房的演化、分异,不仅使岩性上存在一定差异,而且不同岩体其含铜、金性上有一定差异,形成不同矿种,如铜官山岩体富 Cu 形成铜矿床,天马山岩体富 Au 形成金矿床,金口岭岩体富 Cu-Au 则形成铜金矿床。

3 找矿意义

(1) 铜陵地区铜矿床中,伴生、共生金矿体与铜矿体相伴相离是由于 Cu 与 Au 迁移、沉淀的地球化学条件所决定的,金矿体在铜矿体的尖灭见底处或外围(俞沧海,2000)。矿田内独立金矿床(尤其是大型金矿床)的形成,是由于岩浆房的不断演化、分异所形成的岩浆含金性所决定的。岩浆多期次演化、分异是大型铜金矿田成矿的内因。成矿岩体都是复式岩体(如铜官山矿田、狮子山矿田)。据近年勘探及研究表明,凤凰山铜矿床成矿岩体亦是复式岩体,因此要注意与铜矿相对应的金矿查找研究。

(2) 铜官山矿田独立金矿床与铜矿床具有相同的控矿地质因素及含矿层位,如天马山硫金矿床与铜官山铜矿床的层状矿体都赋存于黄龙组与船山组地层,受层间断裂构造控制。狮子山矿田除黄龙组

与船山组地层外,其它含矿层位都发现了与铜矿床呈相应层位的金矿床,因此要注意查找黄龙组、船山组与冬瓜山铜矿床相对应的金矿床。

参考文献

- 常印佛,刘湘培,吴言昌等.1991.长江中下游铁铜成矿带.北京:地质出版社,138~190.
- 黄许陈,储国正,周捷等.1994.安徽铜陵地区成矿物质和含矿流体来源问题的探讨.安徽地质,4(3):1~8.
- 戚建中,黄民智,秦有余等.1998.断裂网络与金成矿体系.南京:江苏科学技术出版社,89~101.
- 唐永成,吴言昌,储国正等.1998.安徽沿江地区铜金多金属矿床地质.北京:地质出版社,83~106.
- 俞沧海,袁小明.1999.贵池铜山岩体演化与成矿的关系.矿产与地质,13(5):274~278.
- 俞沧海.2000.安徽铜陵天马山硫金矿床物质来源探讨.黄金地质,6(1):42~48.
- 俞沧海.2000.铜陵地区铜矿床中金的富集成矿研究.有色矿山,29(4):1~4.
- 朱上庆,黄华盛.1986.层控矿床地质学.北京:冶金工业出版社,167~182.

References

- Chang Yinbo, Liu Xiangpei, Wu Yenchang et al. 1991. The copper-iron belt of the lower and middle reaches of the Changjiang River. Beijing Geological Publishing House, 138~190 (in Chinese with English abstract).
- Huang Xuchen, Chu Guozheng, Zhou Jie et al. 1994. A discussion on the source of ore-forming material and ore-bearing fluid of the Tongling Area, Anhui. Geology of Anhui, 4(3):1~8 (in Chinese with English abstract).
- Qi Jiangzhong, Huang Mingzhi, Qin Youyu et al. 1998. Fault network and gold system. Nanjing: Jiangsu Science & Technology Press, 89~101 (in Chinese with English abstract).
- Tang Yongchen, Wu Yanchang, Chu Guozheng et al. 1998. Geology of copper-gold polymetallic deposits in the along-changjiang area of Anhui province. Beijing Geological Publishing House, 83~106 (in Chinese with English abstract).
- Yu Canghai, Yang Xiaoming. 1999. The relationship between mineralization and evolution of rock in Tongshan, Guichi. Mineral Resources and Geology, 13(73):274~278 (in Chinese with English abstract).
- Yu Canghai. 2000. Study on the origin of materials of Tianmashan sulfur-gold deposit in Tongling, Anhui. Gold Geology, 6(1):42~48 (in Chinese with English abstract).
- Yu Canghai. 2000. Study on gold enrichment and ore formation in copper deposits of Tongling Area. Nonferrous Mines, 29(4):1~4 (in Chinese with English abstract).
- Zu Shangqing, Huang Huasheng. 1986. Geology of strata-bound ore deposits. Beijing: Metallurgical Industry Press, 167~182 (in Chinese).