

长江中下游铜矿成矿复合模式及其找矿意义

王之田

问题的提出

自然科学现在已发展到如此程度,以致它再也不能逃避辩证的综合了(恩格斯)。

长江中下游是我国的主要铜矿资源基地。解放以来,我国地质工作者不仅在找矿勘探实践上,而且在地质成矿规律认识上,都取得了显著的进展。五十年代至六十年代,这里主要是寻找中酸性小型侵入体与碳酸盐岩接触部的夕卡岩型铜矿,探获了较多的储量。七十年代初,转为寻找中酸性小型侵入体本身的斑岩型铜矿,也有收获。近年来,发现某一类型矿化受一定层位控制,例如含铜黄铁矿主要与中石炭统黄龙组有关。根据众多事实,提出了沉积—改造型铜矿的认识。长江中下游地区矿床成因是多元的,并常形成几种类型矿床的复合。

由于上述找矿实践和认识上的发展,近几年来扩大了一些矿区远景,找到了一些新的矿床。如在铜山口、丰山洞夕卡岩型铜矿

岩体内找到了斑岩型铜矿;在城门山夕卡岩型铜矿找到了复合斑岩型铜矿和中石炭统的沉积—改造型含铜黄铁矿;在狮子山夕卡岩型铜矿深部找到了中石炭统的含铜黄铁矿(冬瓜山);在铜官山夕卡岩型铜矿的外围找到了中石炭统的沉积—改造型含金铜黄铁矿(马山),扩大了铜山中石炭统含铜黄铁矿等等,从而开辟了新的找矿途径。因此提出长江中下游铜矿成矿复合模式是有现实意义的。本文只是一个初步探讨,目的是引起大家的重视和讨论。

区域地质特征

长江中下游地区,大地构造单元上属扬子拗陷褶皱带,夹在两个前寒武纪变质岩系的大型隆起构造之间,即江南地轴之北,淮阳地盾—鲁东隆起—苏北古隆起之南,包括鄂东、赣西北、铜陵和南京地区,是江南地轴北缘早古生代的拗陷带(图1)。

区域从震旦纪至三迭纪为海相沉积阶

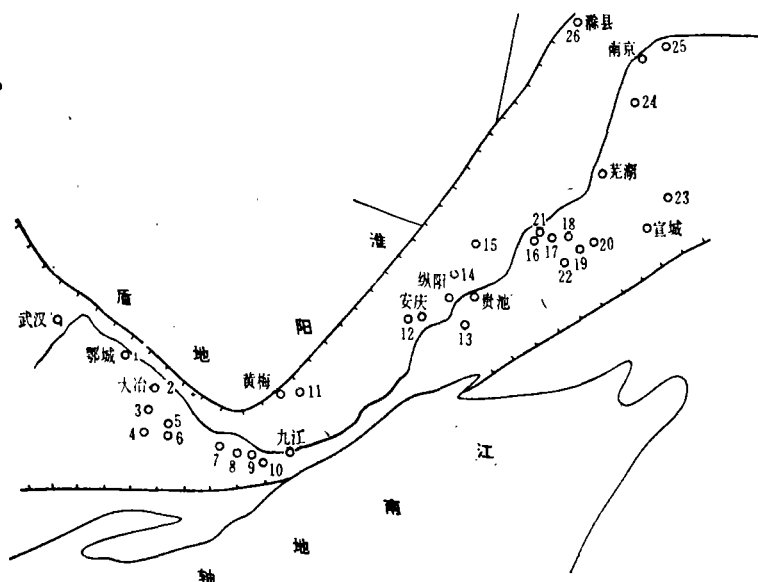


图1 长江中下游大地构造分区及有关矿床分布略图

1—鄂城西雷二山赤铁矿, 2—大冶铁山铁铜矿, 3—铜绿山铜铁矿, 4—铜山口铜矿, 5—石头咀铜铁矿, 6—龙角山铜矿, 7—丰山洞铜矿, 8—武山铜矿, 9—丁家山铜矿, 10—城门山铜矿, 11—黄梅菱铁矿, 12—安庆铜矿, 13—贵池铜山铜矿, 14—拔茅山铜矿, 15—井边铜矿, 16—铜官山铜矿, 17—狮子山铜矿, 18—新桥铜矿, 19—凤凰山铜矿, 20—南陵铜矿, 21—马山金铜矿, 22—舒家店铜矿, 23—荞麦山铜矿, 24—大平山铜矿, 25—栖霞山铅锌矿, 26—滁县铜矿

段,主要是夹砂页岩系的碳酸盐岩建造。其中泥盆纪上部为陆相砂岩(五通组),往上是下石炭统滨海相砂页岩(高丽山组)和中石炭统的浅海相灰岩(黄龙组)。在中石炭统浅海相灰岩中有同生沉积成因的含铜黄铁矿产出。至晚三迭世,拗陷带上升,海水全部撤退,进入中,新生代的上叠拗陷,沉积盖层强烈褶皱和断裂,并伴有大规模的火山岩喷发和中性岩浆岩的侵入,形成了区内铁、铜等矿产。

区域金属成矿带,受古老隆起边缘构造控制,沿淮阳山字型构造弧形迹分布。由西往东大体为大冶—阳新的铁、铜矿,瑞昌—九江的铜矿,安庆—铜陵—南陵—宣城的铜矿,庐江—枞阳的铁、铜矿,繁昌—宁芜的铁矿和滁县的铜矿(图1)。

主要类型的成矿特征

本区铜矿床,主要有沉积—改造型(铜、金)、夕卡岩型(铜、铁)、斑岩型(铜、钼)和火山岩型(铜、铁)矿床。

1. 沉积—改造型铜矿
矿层主要赋存在中石炭统黄龙组灰岩沉积层间,属同生含金铜黄铁矿。已知矿区或其附近常有燕山期中酸性岩体侵入,有的侵入体边部和内部分别形成夕卡岩型铜矿和斑岩型铜矿。关于中石炭统含铜黄铁矿的成因问题,目前存在争议。据笔者多次观察,它的成因可能是同生沉积—改造的。其依据是:

(1)矿床受下石炭统碎屑岩过渡为中石炭统碳酸盐岩(下段白云岩,上段石灰岩,有时也含碎屑岩)的沉积建造控制。矿层主要赋存在白云岩中。如湖北西雷二山赤铁矿、黄梅菱铁矿、龙角山含铜黄铁矿;江西武山北矿带(图2)、城门山四矿带含铜黄铁矿(图3);安徽铜山、铜官山松树山(图4)、马山(图5)、

狮子山冬瓜山(图6)、新桥(图7)、代腰山、荞麦山含铜(金)黄铁矿;江苏栖霞山含铅锌黄铁矿等,都在这个层位中。

(2)矿体呈层状、似层状,与围岩互层呈同步褶皱。如武山1号矿体延长2700米(图2),已控制延深850米;新桥矿层长2600米(图7),平缓倾斜1800米,都相当稳定地顺围岩层理延展,矿石含铜量亦比较稳定。

(3)矿石常具沉积层纹状、条带状结构,反映了同生沉积特征。即使经受了强烈的改造作用,矿体的某些部分仍保存着某些沉积特征。

(4)矿石中发现胶状黄铁矿(如新桥、武山、铜官山等),沉积菱铁矿(如新桥、武山、城门山,菱铁矿与铁的氧化物或硫化物共生)和硬石膏(如狮子山冬瓜山)。

(5)主要的层状矿体与侵入体没有明显

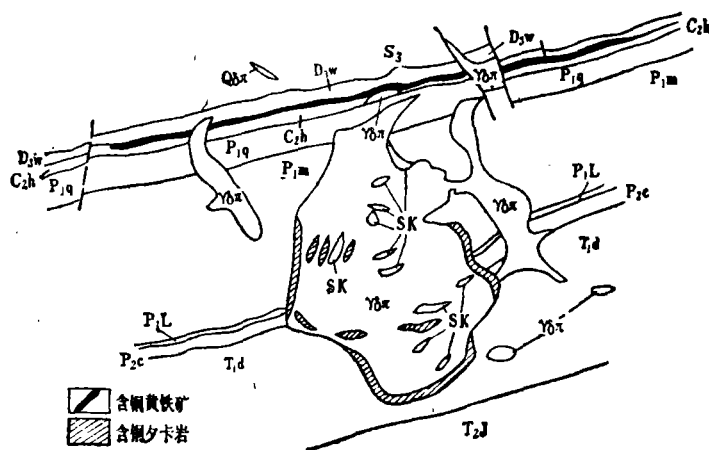


图2 武山铜矿平面示意图

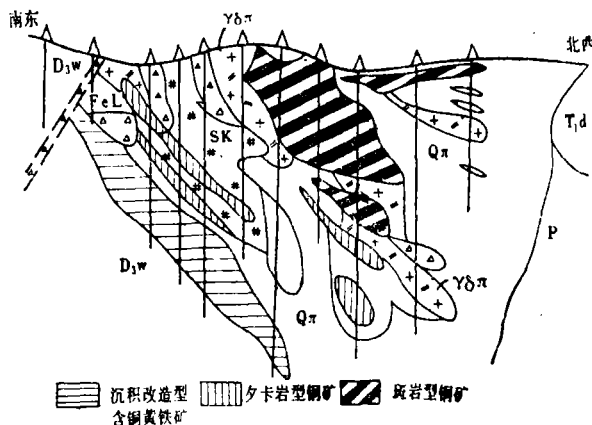


图3 城门山铜矿5号剖面示意图

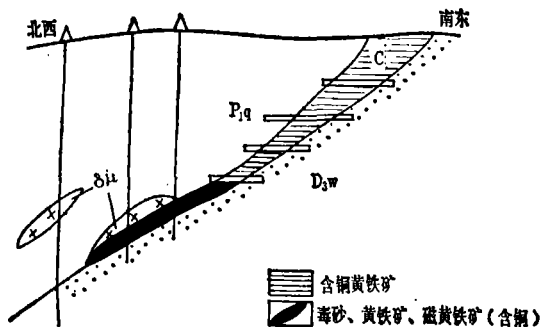


图4 铜官山松树山剖面示意图

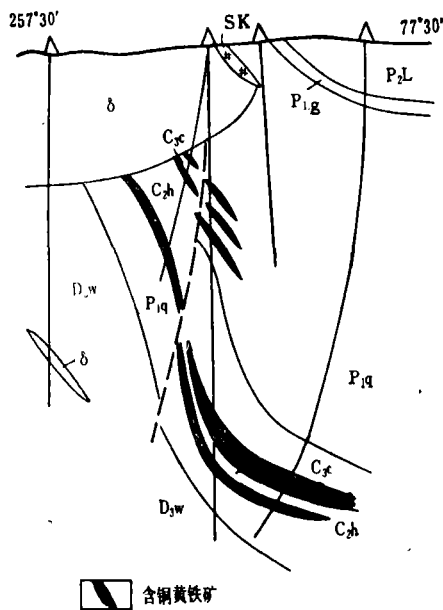


图5 铜陵马山金铜矿剖面示意图

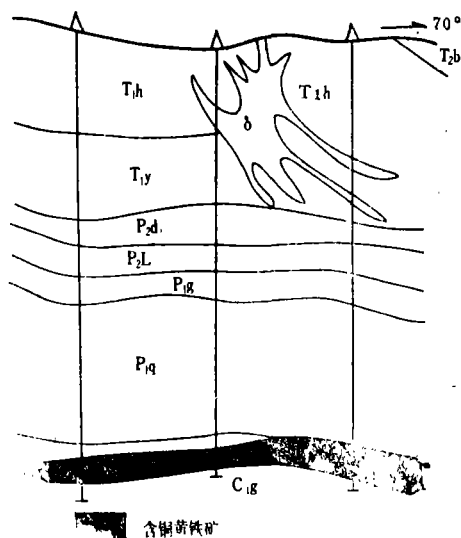


图6 狮子山冬瓜山铜矿剖面示意图

的直接关系。如栖霞山铅锌矿区看不到侵入体，狮子山冬瓜山铜矿（图6）和新桥铜矿区（图7）虽有小型侵入体，但其周边夕卡岩不发育，并且几乎不含铜，铜矿化几乎全部富集在层状矿体中。

关于成矿物质的来源问题，笔者倾向于认为来自南面或北面的古陆。成矿物质的主体部分是在沉积和成岩阶段形成。只是在以后的地质年代里，发生不同程度的热液叠加和改造再富集。似乎主要是燕山期中酸性岩体的侵入，对原有的早、中石炭世黄铁矿型铜矿铜的活化转移和叠加富集起着重要作用。这种用热液叠加和改造，使矿床发生重结晶现象。如在武山北矿带、新桥等含铜黄铁矿的矿石中，早期沉积生成的层状胶黄铁矿，部分重晶为不等变斑状粗晶黄铁矿；使一些矿物发生相的转化，例如菱铁矿和赤铁矿变成磁铁矿（ $\text{FeCO}_3 + \text{Fe}_2\text{O}_3 \rightarrow \text{Fe}_3\text{O}_4 + \text{CO}_2$ ），黄铁矿变成磁黄铁矿（ $2\text{FeS}_2 \rightarrow 2\text{FeS} + \text{S}_2$ ）；使一些物质组分重新组合，产生了叠加的夕卡岩化现象；出现铜的热液叠加和活化转移。

2. 夕卡岩型铜矿 此类矿床与燕山期中酸性侵入体有关，其形成年龄多为170~110百万年。成矿岩石类型以闪长岩—石英闪长岩—斜长花岗岩—花岗闪长岩—花岗岩正常系列的岩石为主。

有利于形成夕卡岩型铜矿的围岩地层，主要为寒武—奥陶系，如湖北阮家湾、安徽滁县；二迭系，如湖北赵家湾、赤马山、老屋、叶花香，安徽狮子山老鸦岭；中、下三

图例

- [J₁] 象山群
- [T₁] 庙坡江组
- [T₂] 狮子山组
- [T₃] 印龙山组
- [T₄] 周坑组
- [T₅] 大冶组
- [P₁] 长兴组
- [P₂] 龙潭组
- [P₃] 大隆组
- [P₄] 孤峰组
- [P₅] 五里组
- [P₆] 杨冲组
- [C₁] 栖霞组
- [C₂] 黄铁矿组
- [C₃] 高坑组
- [D₁] 五通组
- [S₁] 独山组
- [S₂] 四里组
- [Q₁] 白垩纪组
- [Q₂] 侏罗组
- [Q₃] 白垩纪组
- [Q₄] 侏罗组
- [Q₅] 白垩纪组
- [Q₆] 侏罗组
- [Q₇] 白垩纪组
- [SK] 夕卡岩
- [E₁] 角闪岩
- [E₂] 辉绿岩

迭统,如湖北大冶、铜绿山、铜山口、石头咀、丰山洞(图8)、吉龙山、李家湾,安徽金口岭、凤凰山、狮子山、沙滩角、安庆等地的碳酸盐岩石。

岩浆流动前缘地区常是侵入体周围的矿化最大富集地段。夕卡岩型矿床侵入体形态的重要性,依次为蘑菇状、箱状、锥状、指叉状、层间岩墙状。已知夕卡岩铜矿体大多与交代围岩的透辉石夕卡岩、石榴石夕卡岩和镁夕卡岩有关。以透辉石为主和以石榴石为主的两种夕卡岩,按矿化规模没有显著差异,但块状铜矿石易于交代前者,而浸染状铜矿石则常见于后者。含矿夕卡岩常遭受热液蚀变,形成大量含水矿物,如金云母、透闪石、阳起石、绿帘石、绿泥石等,它标志着铜矿化强度。

3.斑岩型铜矿 当燕山期含矿中、酸性小型浅成至超浅成侵入体的围岩为硅铝质(志留系砂页岩)时,矿化主要集中在岩体的内部和边部,如舒家店、中沙溪和丁家山斑岩铜矿(图9);如为碳酸盐岩时(二迭系、三迭系灰岩、大理岩),除岩体含矿外,在接触带上出现高品位的夕卡岩铜矿,如丰山洞(图8)、铜山口和城门山铜矿(图3)。

含矿岩石类型多为中酸性岩类的钙碱性岩石。岩石蚀变从岩体中心至边缘为钾化—石英绢云母化—青盘岩化。钾化和石英绢云母化与矿化关系密切。金属矿化通常表现为以岩体为中心的金属原生分带,其顺序是:岩体—钼(铜),接触带—铜(钼),远离接触带—铅锌。

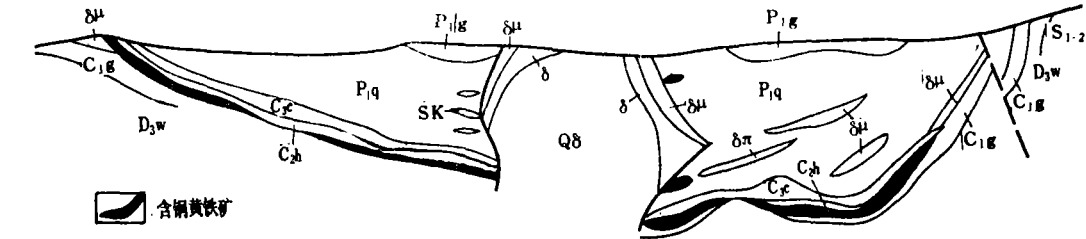


图7 新桥铜矿纵剖面示意图

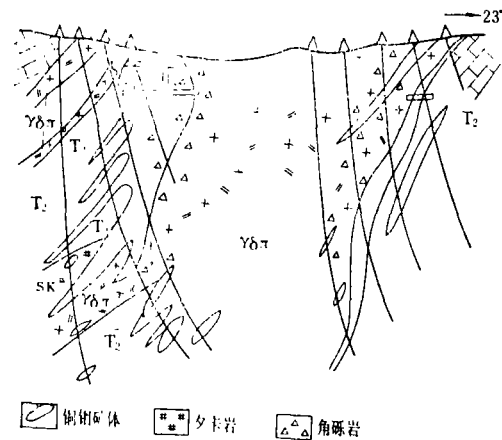


图8 丰山洞铜钼矿15剖面示意图

两组以上的断裂交汇处常是控岩构造的有利部位。岩体中的节理、裂隙是控制斑岩铜矿的主要构造因素,其裂隙带常被含矿石英脉所充填,形成细脉浸染型矿石,如丁家山、舒家店、中沙溪。爆破角砾岩筒是区内另一种控制斑岩铜矿的主要构造因素。如城

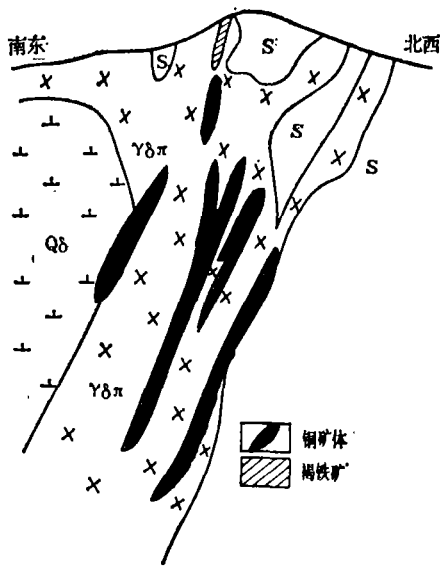


图9 丁家山铜矿剖面示意图

门山岩体,经多次隐闭爆破,使花岗闪长斑岩、石英斑岩接触带,产生高裂隙度、高孔隙度,为矿液的渗透和运移提供了极为有利的

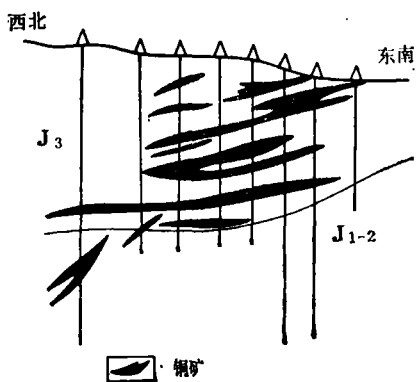


图10 大平山铜矿1线剖面示意图

条件,形成城门山爆破侵入角砾岩筒斑岩铜矿。如丰山洞铜矿,自岩体至围岩,伴生有多种成因的角砾岩(热液交代角砾岩,卵石化角砾岩、震碎角砾岩、角砾岩墙等),其胶结物随角砾成分及成因类型不同而不同,由岩筒中心往外,角砾成分减少,胶结物增多,蚀变增强,矿化随之增强,形成一个空心而边缘矿化的角砾岩筒。

4.火山岩型铜矿 为中、酸性火山岩中的含铜细脉或含铜石英脉。目前已知多为中小型矿床,如拔茅山、牛头山、井边、大平山(图10)、铜井、谷里铜矿。

各主要类型的关系

沉积—改造型、夕卡岩型、斑岩型和火山岩型铜矿,在时间、空间和物质成分上的关系表现如下(图11):

区内,在下石炭世滨海相砂页岩向中石炭世浅海相碳酸盐岩过渡的沉积层间,由南、北古陆提供的含矿物质,在海盆的适宜物理化学条件下,同生沉积形成的铁矿石的氧化物相(赤铁矿,西雷二山)、碳酸盐相(菱铁矿,黄梅)、硫化物相(黄铁矿)。由于铅、锌、铜、金元素的强亲硫性,极易与铁、硫等一起形成区内如前所述的一系列以黄铁矿、黄铜矿为主的层状含金铜黄铁矿矿床和以方铅矿、闪锌矿为主的层状含铅锌黄铁矿矿床。

区内存在着长期的深大断裂(破裂带)活动,在早、中石炭世沉积黄

铁矿型铜矿形成以后,深大断裂导致矿区内或其附近燕山期中酸性火山岩喷发或中酸性岩类的侵入,以及岩浆热液、变质热液、混合岩化热液和地下水热液的参与,对沉积铜矿造成了不均匀的变质和改造,形成现在我们看到的沉积—改造型铜矿。例如铜官山中石炭统层状黄铁矿型铜矿形成后,燕山期石英闪长岩侵入,叠加了夕卡岩化,矿体在侵入体旁遭到强烈的后期叠加和改造,但是同生沉积层状矿床的特征(顺层条带、胶黄铁矿的同心环带结构等),在离开侵入体稍远的松树山矿段(图4),仍得到清楚的保存。

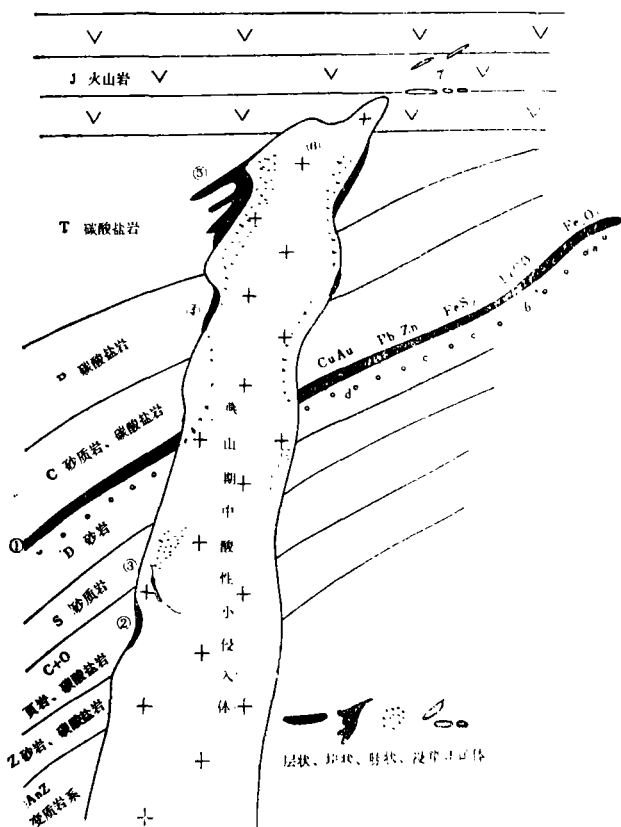


图11 长江中下游铜矿成矿复合模式图

①沉积改造型: a. 西雷二山赤铁矿, b. 黄梅菱铁矿, c. 栖霞山铅锌矿, d. 龙角山、武山、城门山、铜山、铜官山松树山、狮子山冬瓜山、马山、新桥、代腰山、莽芝山含铜金黄铁矿, ②夕卡岩型: 阮家湾、滁县铜矿, ③斑岩型: 中沙溪、舒家店、丁家山铜矿, ④夕卡岩型: 赵家湾、赤马山、老屋、叶花香、狮子山老雅岭铜矿, ⑤夕卡岩型: 大冶、铜绿山、铜山口、石头咀、丰山洞、青龙山、李家湾、金口岭、凤凰山、狮子山、沙滩角、安庆铜矿, ⑥斑岩型: 丰山洞、铜山口、城门山铜矿, ⑦火山岩型: 拔茅山、牛头山、井边、大平山、铜井、谷里铜矿

设想燕山期中酸性侵入体除从本区富含成矿金属元素的前寒武纪古老基底掳取并携带金属元素外,同时掳取了中石炭统的金属元素。含矿岩体侵入在硅铝质的志留纪地层,岩体本身形成斑岩型铜矿(如舒家店、丁家山等);侵入在遇有碳酸盐岩的寒武纪至奥陶纪、二迭纪到三迭纪地层的合适部位,形成如前所述的夕卡岩型铜矿,有的岩体本身形成了斑岩型铜矿。例如,在武山和城门山,早、中石炭世含铜黄铁矿形成以后,燕山期花岗闪长岩类入侵,在小岩株的周边与二迭纪或三迭纪碳酸盐岩接触部形成夕卡岩型铜矿(图2、图3);在城门山,燕山晚期又有石英斑岩侵入,并发生隐闭爆破,形成爆破侵入角砾岩筒斑岩铜钼矿(图3);在丰山洞小型侵入体的周边与三迭纪碳酸盐岩接触部形成夕卡岩型铜矿,同时岩体本身接触部形成了爆破角砾岩筒斑岩铜矿体(图8)。应当指出,丰山洞爆破角砾岩中发现有三迭纪地层中所没有的石英砂岩(疑为上泥盆世五通砂岩或下石炭世高丽山砂页岩)及其含铜黄铁矿的角砾,似乎可以证明丰山洞三迭纪地层的深部,上泥盆世五通砂岩或下石炭世高丽山砂页岩层上确有含铜黄铁矿,为岩浆侵入时掳取爆破携出。

最后,燕山期中酸性侵入体的后期含矿热液,在侏罗纪的中酸性火山岩中,形成了含铜石英脉和含铜细脉(如大平山、枝茅山等)。

找矿意义及找矿方向

区域铜矿成矿复合模式,是几种类型在空间、时间、物质成分上的辩证综合。

这样就告诉我们,区域内铜矿不是孤立的一种矿床类型(夕卡岩型),而是几种类型(沉积-改造型、夕卡岩型、斑岩型、火山岩型等),有时是几种类型复合在一起,这样就便于我们在寻找和评价一种类型铜矿的同时,注意寻找和评价其他类型铜矿,例如在寻找评价夕卡岩型铜矿的同时,注意寻

找和评价斑岩型铜矿和中石炭统的沉积-改造型含金铜黄铁矿等,反之亦然。

复合模式也告诉我们,金属成分是多种的,因此在找到一种矿种后,就应注意发现另外的矿种。如沿中石炭统地层发现了赤铁矿或菱铁矿,就应注意寻找铁矿石的硫化物相和与之经常伴生的铅锌矿、铜矿,反之亦然。如夕卡岩接触带发现了铜、铁,则应注意在岩体中发现钼、铜,在远离接触带部位发现铅锌矿,反之亦然。

总之,防止单打一,要从复合模式成矿的时间、空间和物质成分的辩证综合关系,去进行综合找矿,从而开辟新的找矿途径和扩大矿区资源。

从现有地质资料分析,以下地区需进一步开展找矿评价工作:湖北大冶阳新一江西九江瑞昌地区,安徽铜陵一南陵地区,贵池一青阳地区,宣城一泾县地区,枞阳地区,滁县一马厂地区。关于这些地区的具体找矿评价区段和内容,限于篇幅,本文从略。在找矿地质条件分析上,我们应注意以下几点:

1) 矿区及外围成矿复合模式存在可能性的研究。

2) 沿上泥盆统五通砂岩、下石炭统高丽山砂页岩与中石炭统黄龙灰岩界面层位不会连续不断地普遍成矿,只有在合适的古构造、古地理和一定的物理化学条件下才能沉积成矿。因此要注意运用含铁的矿物相,即氧化相、碳酸盐相和硫化物相来指示找矿。同时注意后期热液叠加改造富集的条件(岩浆热液、混合岩化热液、地下水热液等都可以造成矿床的活化转移和迭加富集),因此要注意矿区燕山期中酸性侵入体的活动标志。

3) 对中酸性小型侵入体的含矿性及其与碳酸盐岩接触部夕卡岩成矿的评价,主要注意热液蚀变类型与金属矿化的关系

本文是在姚培慧工程师和现场有关同志的鼓励和支持下写成的,并承鄯德火工程师提出宝贵意见,仅此致谢。

