

铜陵地区铁帽型金矿床

陈伯林

(华东冶金地质勘探公司)

铁帽型金矿床是在多金属硫化物矿床的基础上,经过表生作用,矿体中的物质成分发生分解而形成的。由于各种金属的物化特性不同,有的溶解随水流失,有的在氧化带富集成矿,因而自上而下形成金、银、铜的次生富集矿体,构成明显的分带特征。

关键词: 铜陵矿区; 铁帽型金矿床; 成矿控制因素

铜陵地区素以产铜著称,近年又相继发现一批铁帽型金矿。这类矿床是在含金(银)多金属硫化物矿床的基础上,在浅部受到强氧化作用,矿体中的物质成分发生分解,并以机械方式或化学方式进行转移,往下淋滤,由于各种金属的物化特性不同,有的溶解随水流失,有的在氧化带富集成矿,有的渗淋至地下潜水面以下,发生还原交代作用,形成次生硫化物富集带。

这类矿床埋藏浅,可以露采,可选性良好,金、银回收率在90%以上,具有较高的经济价值。

铜陵地区位于扬子准地台,下扬子台拗,贵池—繁昌凹断皱束的中段。区内志留纪至三叠纪地层广泛分布,以碳酸盐沉积为主,沉积厚度3000m。印支运动使区内形成一系列褶皱构造,构造线北东30°~70°,褶皱形态多变,多为短轴状,一般背斜狭窄,向斜开阔,常呈复式褶皱,褶皱轴倒转时偏向北西。

区内基底断裂呈近东西向,自北至南大致有3条,而以铜陵—戴家汇东西向构造带最为重要,是区域控岩控矿构造带。岩浆岩主要为中酸性闪长岩,岩体出露面积1~11km²。区内分布有铜、铅、锌、铁等多金属矿产,以产铜、铁为主,已探明大中型规模铜矿9个,小型铜矿5个。主要矿床类型为夕卡岩型和热液型,其中伴生金丰富,矿石中平均含Au0.41~3.17g/t,有些铜矿床中局部可圈出金矿体,单个铜矿伴生金可达几吨或几十吨,甚至上百吨。

矿床地质特征

1. 矿床型式

铜陵地区具有工业意义的铁帽金(银)矿床,可划分以下两类:

(1) 新桥式铁帽型金(银)矿 矿床产于大成山和舒家店两背斜相对倾没的交汇处,区域上受铜官山至南陵东西向深断裂控制。区内地层自下而上有志留系高家边组到三叠系青龙群等一套完整地层。矿区中心有石英闪长岩侵入,平面呈椭圆状,剖面呈蘑菇状,出露面积0.3km²,同位素年龄1.68亿年,属燕山早期产物。

铁帽型金银矿体产于高丽山组砂页岩和黄龙船山组石灰岩之间,主矿体(占全部储量95%),长900m,延深80~90m,个别达130m,平均厚度8.6m,走向北东50°,北西倾斜,倾角40~50°。金、银矿体以不规则似层状、透镜状分布,产状与围岩一致(图1)。

由于金、银以1:50折算,合并圈定矿体,因而矿体形态较为完整(图2),延续性较好,金矿为中型规模,银为大型矿床。

金属矿物以褐铁矿为主(包括针铁矿、水针铁矿、赤铁矿、水赤铁矿),另有黄铁矿、磁铁矿、黄铜矿等。非金属矿物有石英、方解石、伊利石、高岭石等。

金银矿物有自然金、自然银、银金矿及金银矿。

矿石结构主要有叶片状、胶状、同心层状和球粒状。

矿石构造以蜂窝状、胶状、块状、土状、松散状为主。

金、银主要粒径0.0058~0.176mm,其次是0.07~0.0293mm。金主要呈微粒状、微细包裹体

及机械混入物，赋存于褐铁矿空洞间隙、裂隙中，或由粉末状粘土质吸附充填在褐铁矿空洞中。

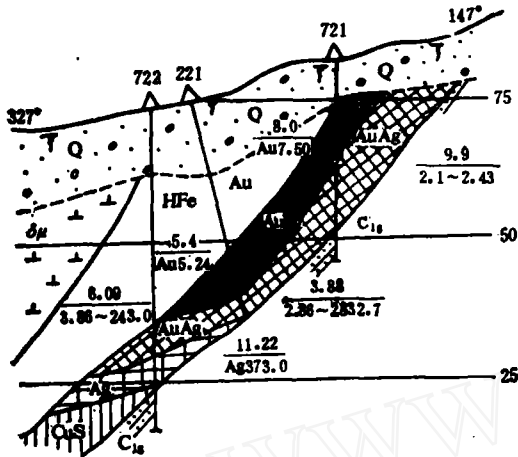


图1 新桥金(银)矿床22线地质剖面图

Q—第四系；C_{1g}—高丽山组砂页岩；δ_n—闪长玢岩；HFe—褐铁矿；Au—金矿体；Au、Ag—金银矿体；Ag—银矿体；CuS—原生铜矿体；

9.9 / 2.1-243 矿体厚度 / 金品位-银品位

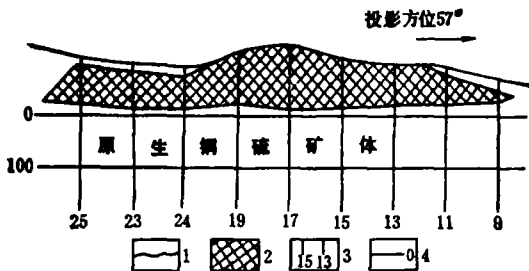


图2 新桥金(银)矿床纵投影图

1—地形线；2—金银矿体；3—剖面及编号；4—标高

(2) 戴家冲式铁帽型金矿 矿床位于铜官山矿区之南西方向4km处。区内志留系至中三叠统地层均有分布，是一套以碳酸盐为主的地层。岩层走向北东50°，倾向北西，倾角30°~60°。岩浆活动弱，只有石英闪长玢岩呈岩枝出露，形态不规则，面积0.15km²。

矿区主要断裂是石炭系高丽山组与黄龙船山组地层之间的一条纵向断裂，产状与岩层大致相同，部分地段缺失中上石炭统地层。在这个断裂带上的长达2000m范围内被横斜断裂。自北至南分割成8个铁帽，作阶梯状排列。戴家冲金矿就产在这些铁

帽带中的第Ⅳ号铁帽体内。

金矿体以高丽山组砂页岩作为底盘，船山组灰岩、白云岩为顶盘。在长550m的范围内，分别圈出4个金矿体(图3)。其中主矿体长270m，平均厚6.42m，倾斜延深48m，呈透镜状分布。金矿分布在铁矿体下盘，紧靠高丽山砂页岩作为底盘。矿体的上下盘常被一层含铁质的粘土层包围，因而才得以保存，防止进一步流失。金属矿物有针铁矿、水针铁矿，次有赤铁矿、水赤铁矿、孔雀石及少量磁铁矿、自然银、黄铁矿、方铅矿、闪锌矿等。非金属矿物以石英、玉髓、粘土类矿物为主，另有少量方解石。

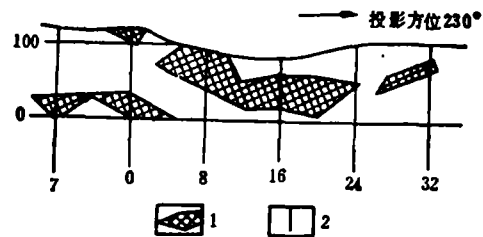


图3 戴家冲金矿床纵投影图

1—金矿体；2—剖面线

矿石结构有他形粒状结构、胶状结构、假象结构，针状毛发状结构等。

矿石构造以粉末状、土状及块状为主。

金矿粒度较细，<30μ的颗粒占90%，富集在褐铁矿的晶隙、裂隙中或包在其中，少量在石英中与褐铁矿连生。

从表1可看出，新桥式铁帽型金矿正处于发展阶段，目前还在进一步富集，原生矿床规模较大，表生分带齐全，剥蚀程度不大，深部还有规模巨大的含金(银)铜硫化物原生矿床。金属物质来源丰富，只要各种成矿地质条件不变，次生富集作用将进一步发展。

与此相反，戴家冲式铁帽型金矿已处于衰老时期，它的富集作用已停止。矿床氧化作用彻底，硫化物几乎没有，SO₄作用显著减弱，粘土质、硅质物增加，深部无原生硫化矿床，金的物质来源断绝。此时的大气降水，不再是成矿的有利条件，反而是冲刷、支解、破坏原有次生富集矿床的不利因素。从图3可看出，原来完整的次生富集矿床已被

冲刷，分割成4个较小的矿体。

2. 矿床表生分带

硫化矿床浅部长期经受风化作用，在物质成分

和构造、结构上发生明显的变化。以新桥铁帽型金（银）矿为例，自上而下可划分氧化富集带、次生硫化物富集带、原生硫化物矿石带。

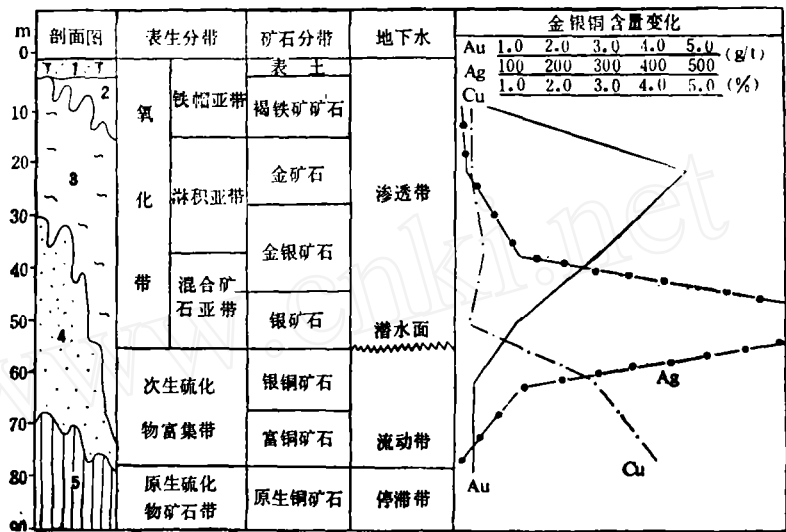


图 4 表生分带与主要金属含量分布关系图

1—表土；2—铁帽；3—土状褐铁矿；4—松散状黄铁矿；5—原生硫化物铜矿

(1) 氧化富集带 位于潜水面以上至地表露头，相当于渗透带。水由上向下渗流，水中饱和 O_2 和 CO_2 ，具有强烈的氧化、溶解和淋滤作用。根据矿石和矿物组合特点，氧化带又可分为3个亚带。

溶物质粘土、砂粒一起构成铁帽。厚度2~15m。这类褐铁矿都经过不同程度的迁移，常呈胶状、皮壳状、钟乳状、多孔状、蜂窝状以及松散的粉末状。由于出露地表，大部分作为铁矿被开采殆尽，其中

两种铁帽型金矿对比表 表 1

对比内容	新 桥 式	戴家冲式
含主要金属	金、银、铜、铁	金、铁
矿床规模	中型	小型
分带情况	分带完整，深部有原生硫化物矿床	分带不完整，深部没原生硫化物矿床
氧化程度	较彻底	很彻底
物质成分	粘土类相对少，有砂粒状黄铁矿	粘土类多
火成岩作用	较强	较弱
含金量	中等偏低	中等偏高
成矿阶段	正当发展阶段	已处于衰老时期

①铁帽亚带，分布在氧化带的最上部的近地表部分。金属硫化物氧化成氧化物和氢氧化物，与难

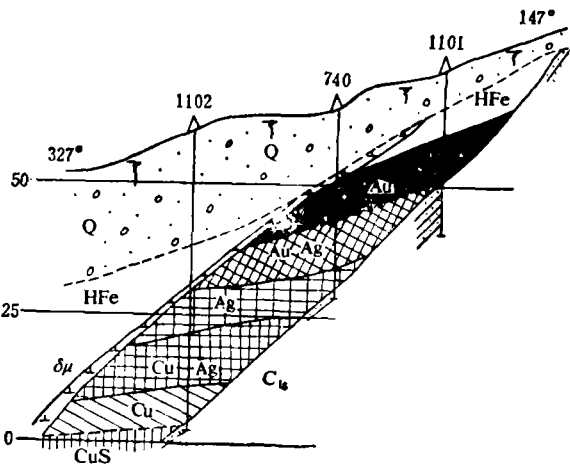


图 5 新桥金（银）矿床11线地质剖面图

Cu—次生富铜矿；C_{1g}—高丽山组粉砂岩

(其余图例同图1)

大部分有益金属均已流失,局部地段和一些难溶物质,在一定条件下富集成矿,如金矿。

②淋积亚带:分布在铁帽亚带之下、氧化带的中部。带内以分解、淋滤作用为主。由褐铁矿(包括针铁矿、赤铁矿、水针铁矿)和粘土、石英等矿物组成。矿石呈土状、多孔状、蜂窝状、松散状等,局部可见尚未完全氧化之黄铁矿团块残余。是金、银矿的主要富集地段。

③混合矿石亚带:位于氧化带下部、潜水面长期波动带之间。既有氧化淋滤作用,又有沉淀富集作用。以松散状褐铁矿矿石为主,局部由于硫化矿体刚开始分解,黄铁矿呈疏松的砂粒状构造。

金在这一段含量有一定富集,但较淋滤带则明显降低,银则相反,含量有显著提高,靠地下水潜水面一侧银矿更富,有一个高含量的次生银矿带存在。(图4、5)

(2) 次生硫化物富集带 位于氧化带之下即潜水面以下(包括潜水面季节性变动范围),相当于地下水流动带之位置。该带地下水流向大致成水平方向,以由高向低的侧向流动为主,潜水中 O_2 和 CO_2 随深度逐渐减小,流速缓慢,水质发生变化,进入还原性环境。从上部氧化带淋滤下来的硫酸盐溶液(Cu 、 SO_4)与原生硫化物发生交代反应生成含铜丰富的次生硫化物如辉铜矿、斑铜矿等,使原生铜矿石的品位一般增高3~4倍,最高可达12倍,形成次生硫化物富集带。

氧化带淋滤下来的硫酸银则生成自然银、辉银矿,与铜共同叠加形成银、铜为主的次生富集带(图5)。这一带的主要矿物有黄铁矿、黄铜矿、辉铜矿、斑铜矿、自然银、辉银矿等。脉石矿物有石英、方解石、高岭石等。矿石以块状构造为主。

(3) 原生硫化物矿石带 位于次生硫化物富集带之下,地下水处于停滞状态。原生硫化物矿床基本上无变化。原生矿物以黄铁矿为主,次为黄铜矿,局部有少量以磁铁矿、方铅矿、闪锌矿为主的矿石,以块状矿石构造为主,平均含铜6.85,银17.85g/t,金1.14g/t。

3. 氧化带的深度

氧化带的深度主要决定于气候、地形、构造、岩石物质成分和围岩性质等因素。铜陵地区铁帽型金矿的氧化带深度与地下水潜水面的深度和矿体出露地表高度有关,如新桥铁帽型金矿氧化带深度,控制在地下水位线附近,沿走向大体上呈水平状

(图1),氧化带的垂直厚度在40~105m之间。

其厚度受地形高度影响,矿体出露地形较高,如17剖面线,氧化带厚度就较大;地形平缓的山谷低地,潜水面距地表近,氧化带厚度就较小,如9剖面图,氧化带厚度仅40m(图2)。这一特点在其他几个铁帽型金矿床中也可见。

另种情况,氧化带的厚度不受现代地下水位线的制约,主要受走向断裂、层间构造破碎带影响。氧化带深度可以很深,如戴家冲金矿的铁矿体,新桥矿的5号铁帽,多在延深300m以上。由于层间断裂的影响,沿矿层构造裂隙发育,透水性好,流动性大,有利于地下水的循环,促使深部硫化矿石的氧化作用。

4. 金银组份的空间变化规律

(1) 垂向变化 以新桥铜硫矿床为例,金、银、铜在原生矿床中关系密切,呈正消长关系,但在氧化带中由于物化特性不同,各自分解组合,分别在适合的条件下重新聚集。氧化带至原生带,金、银、铜组份自上而下具有下列分带现象。

氧化富集带:以金为主—金银共生—以银为主。

次生硫化物富集带:银铜共生—富铜矿。

原生硫化物矿石带:以铜为主。

上述分带特征,在整个氧化带垂向上都有类似的变化规律,各组份之间一般有一个渐变的过渡带。部分地段由于地质条件的差异,分带现象不一定发育齐全、完整,有的地段可能缺失,但在总体上自上而下以金为主转为以银为主,最后转为以铜为主的变化规律是普遍存在的。

(2) 水平变化 金、银组份沿矿带走向分布不一致,东段金含量低,西段相对较高,由低转高的含量变化在15~17剖面线之间。银沿矿带走向呈现两端高、中间低的U字型,含量较低的“谷”也恰好在17剖面线附近。

原生矿床中的伴生组份金、银,在走向上也呈U字型,其含量低的部位与氧化带中的金、银凹部一致,大体上相吻合。依此推测氧化带中的次生富集金、银的含量高低和变化,总体上受原生矿床中金银含量的影响。

5. 金银铜的运移和富集

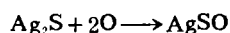
(1) 金 含金硫化物矿床因受剧烈氧化作用,硫化矿物分解,Au从硫化矿物中析出,以化学作用或机械作用发生位移。由于氧化时产生大量硫

酸盐,分散状态的次显微金能被溶解,并以 $[\text{Au}(\text{S}_2\text{O}_3)_2]^-$ 的形式迁移。颗粒较大一些的细粒金,以自身的重力作用和向下渗滤水的共同作用下迁移。由于 $\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3$ 水解生成胶状 $\text{Fe}(\text{OH})_3$,并吸附原先沉淀的极细的自然金,经脱水生成褐铁矿。故Au在褐铁矿中富集,有的在淋失空洞或空隙处聚集。

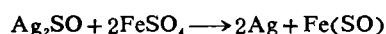
Au以不同的作用和方式发生位移,但搬运距离不大,有的残留在原地附近的褐铁矿中,有的往下缓慢位移,在适宜的条件沉淀,大部分分布在氧化带的中、上部。金矿之下与银衔接或重叠产出。

(2) 银 新桥铜硫矿床伴生Ag平均品位并不很高,但在氧化带中含量突增,比原生矿含Ag量高出12倍,构成大型银矿床。

金银矿物氧化后生成硫酸银溶液



由于硫酸银易溶于水,随地表水向下渗滤至氧化带下部或地下潜水面附近。由于介质条件的变化,进入还原环境,与原生硫化物发生反应,形成自然银,其化学反应式如下:



硫酸银很不稳定,在向下运移过程中,可以和各种化合物还原成自然银,因而在整个氧化带中均有Ag的富集。其含量自上而下逐渐增高,至氧化带下部,潜水面附近达到高峰,形成品位高、厚度大、以银为主的银矿体。矿体沿走向较长,且较稳定,其下部与铜次生硫化物富集带衔接,部分重叠,共同组成银、铜次生富集带。

(3) 铜 含Cu硫化物组成的铜矿床,在氧化带中很不稳定,首先形成易溶于水的硫酸铜,它随地表水下渗,进入还原环境,与原生矿发生反应,形成新的稳定铜矿物——辉铜矿、斑铜矿、铜蓝等,提高了原生矿的Cu含量,形成次生富集带。

成矿控制因素

1. 层位控制

铁帽型金矿均产于石炭系高丽山组或泥盆系五通组砂页岩为底板的中上石炭统石灰岩、白云岩、白云质灰岩之假整合面或层间断裂带上,其间赋存有多金属硫化物矿床。在各种有利地质综合作用下,形成铁、铜、铅锌等内生金属矿床。铁帽型金矿是在这些矿床的基础上,经过外因地质作用而形成的次生富集矿体。

这一层位的铁帽,分布范围广,可断续延长几km至几十km,具有工业意义的铁帽型金矿无一例外地均产于上述铁帽带中。

2. 与构造的关系

本地区铁帽型金矿是在原生硫化物矿床的基础上,由外因作用而再演化的产物,因而它的分布与原生硫化物矿床一样,与构造有密切的关系。现已探明的新桥和黄狮涝山铁帽型金矿,就分布在铜陵至戴家汇的近东西向深断裂的构造带上。该矿位于白鹤至凤凰山东西断裂带上。近东西向构造是本地区最重要的构造,大中型铜矿均产于这些成矿带上。

区内自西向东排列着3个背斜,2个背斜褶皱轴呈北东走向大体上平行分布。它与东西向构造交切,构成本区的格状构造。这两组不同方向构造相交的结点,是控制矿床产出的最有利部位,也是形成铁帽型金矿的最佳地段。

区内纵向断裂、层间滑动带以及假整合面,都是矿液运移和富集的良好部位。对氧化带中的次生富集矿床,成矿后的继承性活动,是地下水流动的通道,能促进氧化作用,有利于次生富集带的形成。

3. 与火成岩的关系

区内出露的火成岩主要是燕山早期酸性侵入体,出露面积不大,不超过11km²,呈岩株、岩枝、岩脉等不规则状分布。

铁帽型金矿与岩浆作用无直接关系,但其产出部位则与火成岩的空间有一定的相依关系。

产有铁帽型金矿的石灰纪地层,尽管含有较丰富的金属物质,但毕竟是分散的,贫的,构不成具有工业意义的矿床。只有火成作用提供热源与热能,才能使含矿物质活化、迁移,并聚集在有利部位富集成矿。

本区凡有石炭纪地层分布的地区,一般就能见到铁帽露头。后者沿层断续分布,连成一线,但有工业意义的矿体,都分布在火成岩频繁活动的地区。铁帽型金矿附近均有火成岩侵入,大的如岩株,小的如岩脉、岩枝,显示了金矿与岩体的相依关系。相反,不少铁帽矿点,同样位于这一地层中,但由于它远离岩体,未能构成有工业意义的金矿床。

深部原生硫化物矿床中的金矿体,与岩体的关系更为明显,例如新桥铜硫矿床中的共生金,产在

稍离石英闪长岩体的两侧,呈半环形分布。又如马山金硫矿床,金矿体产在稍离岩体的碳酸盐地层中。

4. 围岩条件

铁帽型金矿赋存于石炭系高丽山组砂页岩和黄龙船山组碳酸盐地层之间。不同岩性之间,由于物性差异,易产生层间断裂构造,因而裂隙发育,透水性好,孔隙度大,氧化作用强烈,有利于金属物质溶解、析出、运移和富集。

围岩的性质及其形成的封闭条件,也是形成次生富集矿床的重要因素。作为铁帽型金矿床底板的是化学性质较稳定高丽山组粉砂岩、页岩和砂质页岩,岩性致密,渗透性差,封闭条件好。上部淋滤下来的各种金属物质不易分散流失,有利于矿质聚集。

相反,矿体底盘如是溶洞多、裂隙发育、透水性好,则易分散流失,不能聚集成矿,如黄狮涝山金矿,上部形成金矿体,下部地层倒转,矿体底盘变为石灰岩,则不利于成矿。

5. 矿石物质成分

形成铁帽型金矿的原生矿石,绝大部分为硫化矿体,硫化物越多,氧化后产生的硫酸也越多。

硫酸能加速硫化物矿石的氧化进程,因而在硫化物矿床的浅部,氧化作用很强烈,可形成较厚的氧化带,厚度可达几十m至几百m,规模甚大,是形成氧化带次生富集矿床的物质基础和有利条件。

6. 地下水位对矿体的控矿作用

地下水位对矿体的控矿作用明显。由于氧化作用发生在地表浅部,金(银)矿体的外形呈走向长度大、延深短的长条状,矿体的底界几乎呈水平面,与潜水面大致平行。这是本区所有铁帽型金矿的共同特征之一。这些现象足以说明金(银)矿体的底界形态和其深度,都受到地下水活动的影响和地下水位的控制。

7. 气候、地貌条件

本区属亚热带湿润气候,湿润多雨,使风化作用加剧,有利于机械作用和化学作用(生物化学作用)的进行。

矿区位于长江南东向之丘陵地带,地形稍有起伏,坡度不大,潜水流动速度适中,这对氧化带淋滤下来的金属物质有一个良好的环境,有足够的时间使其沉淀、交代,发生还原作用,形成次生富集矿床。

Gold Deposits of the Gossan Type, Tongling

Prefecture, Anhui

Chen Bailin

The gossan type gold deposits were derived from multimetallic sulphide deposits through supergenesis. Metallic material constituents in ore bodies in these deposits were decomposed, and because of their different characteristics, some of them were dissolved in and gone away with the running water and others were concentrated in oxidation zone to form the ores. Thus a secondary enriched orebody was formed with a distinct zoning of gold, silver and copper from its top to the bottom.

