皖西南白岭金矿床金的赋存状态初步研究*

Preliminary Study on Gold Occurrence of Bailing Gold Deposit, Southwest Anhui

钱让清[1] 周文雅[2] 杨晓勇[3]

（1 安徽大学交通分校，安徽 合肥 230051；2 安徽地质实验研究所，安徽 合肥 230001；
3 中国科学技术大学地球和空间科学学院，安徽 合肥 230026）

Qian Rangqing[1]，Zhou Wenya[2]，Yang Xiaoyong[3]

(1 Anhui University, Hefei 230051, Anhui,China；2 The Institute of Anhui Geological Laboratory, Hefei 230001, Anhui, China；
3 School of Earth & Space Sciences, University of Science & Technology of China, Hefei 230026, Anhui, China)

摘 要 白岭金矿位于下扬子台坳、长江褶断隆起带中段。金矿体赋存于三叠系中统铜头尖组中，矿体形态呈不规则脉状。矿石类型主要有以含金褐铁矿为主的氧化矿石和以含金黄铁矿为主的原生矿石两大类。载金矿物主要有黄铁矿、褐铁矿、石英、伊利石、黄铜矿等。

通过矿相鉴定，单矿物含金分析、物相分析、电子探针分析等，查明了金的赋存状态。金矿物以自然金为主，其次为银金矿。金的粒度较细，主要为中细粒显微金。金的嵌布类型有包体金、晶隙金、裂隙金。金的成色较高，平均为 906.5。金主要呈矿物态存在。

关键词 原生金 独立金矿床 赋存状态 安徽白岭

1 地质概况

白岭金矿位于下扬子台坳、长江褶断隆起带中段，即淮阳山字型构造前弧东翼、郯（城）-庐（江）深大断裂和沿江挤压破碎带之间。区内地层出露齐全，褶皱发育，断裂构造复杂，主要有北东向、北北东向两组断裂，控制着金矿床的展布，为本区金矿化的主要导矿、容矿构造。区内岩浆岩分布广泛，期次较多，从印支期至燕山期均有岩浆活动，基本上沿北东向构造带展布。

含金破碎带赋存在三叠系中统铜头尖组及东西向闪长玢岩脉中，金矿体位于破碎带中间，沿主断裂面展布。矿体形态呈不规则脉状，沿走向具明显膨大或收缩现象。

2 矿石的物质组成

2.1 载金矿物特征

载金矿物主要有黄铁矿、褐铁矿、伊利石，其次为石英、黄铜矿等，现分述如下：

（1）褐铁矿：土黄-棕黄色，胶状结构，土状-蜂窝状构造。多数褐铁矿保留黄铁矿晶形假象，且在褐铁矿中见有黄铁矿残留，故可看出本矿床中的褐铁矿是黄铁矿氧化而成。自然金呈角粒状嵌布在袍铁矿孔隙中或呈乳滴状、片状嵌布在褐铁矿晶隙或被包裹在褐铁矿中。经单矿物含金分析，褐铁矿中含金 1.55 g/t。

（2）黄铁矿：分两个世代，第一世代黄铁矿呈淡黄色，微细粒状，粒径一般为 0.01～0.05 mm,大者达 0.1～3 mm，多数呈半自形—他形晶结构，双目镜下见少量立方体晶形，晶胞参数（5 个样品）a_0=5.4173 Å,呈稀疏浸染状分布于变质粉砂岩中，含金性较差。第二世代黄铁矿呈黄白色，晶粒一般为 0.1～0.5 mm，

* 国家科技部“九五”重点科技攻关项目（G1999075503，A30-12）资助
第一作者简介 钱让清，男，1952 年生，副教授，从事资源与环境领域的教学与科研工作。

大者可达 1～3 mm，呈自形一半自形晶结构，经双目镜观察，主要为五角十二面体，其次为立方体或呈立方体与五角十二面体聚形产出，晶胞参数（3 个样品）a_0=5.4175 Å，与石英细脉密切共生。含金性较好，自然金呈浑圆粒状、角粒状、乳滴状被包裹在黄铁矿中或呈不规则粒状断续分布于黄铁矿与黄铁矿（或黄铜矿）晶隙中，有时则呈细脉状、树枝状沿黄铁矿微裂隙分布。黄铁矿经单矿物含金分析、第一世代黄铁矿（5 个样品）含金平均为 17.59 g/t；第二世代黄铁矿（8 个样品）含金平均为 68.98 g/t。

（3）石英: 早期形成的石英晶体粗大，自形程度较高，纯净无色，常形成宽 2～15 cm 的大脉，与金矿化关系不明显。晚期形成的石英呈他形晶微粒状，烟灰色，常构成宽 1～2 cm 的细脉，与黄铁矿、黄铜矿等伴生，与金矿化关系较密切。自然金、银金矿呈乳滴状、浑圆粒状被包裹在石英中或呈树枝状嵌存于石英的微裂隙中。

（4）伊利石：为本矿床的主要粘土矿物，其中含较多的微细粒金。呈白色、浅绿色，镜下为显微鳞片状，片径为 0.002～0.01 mm，集合体为花瓣状及不规则状，常被铁染。

（5）黄铜矿：呈铜黄色，不规则片状，与黄铁矿、石英等伴生，有的呈不规则脉状交代黄铁矿或被辉铜矿交代呈残余结构，有的黄铜矿晶体边缘常见有铜蓝、蓝辉铜矿交代。自然金呈乳滴状，浑圆粒状被包裹在黄铜矿之中或嵌布在黄铜矿与黄铁矿晶隙中，并见少量自然金与闪锌矿构成连晶被包裹在黄铜矿之中。经单矿物含金分析，黄铜矿中含量为 50.5 g/t 。

2.2 矿石类型与结构构造

根据矿石的氧化程度，将本矿床中矿石分为氧化矿石和原生矿石两大类。氧化矿石主要分布于矿区地表，见于各探槽及坑道中，原生矿石主要见于坑道和钻孔的较深处。

矿石结构主要有自形—半自形—他形晶结构、胶状结构、压碎结构、假象结构、交代残余结构、包含结构等。

矿石构造主要有土状—蜂窝状、块状、浸染状、脉状、角砾状和细网脉状构造等。

3 金的赋存状态

3.1 金的嵌布类型

通过对氧化矿石（34 个样品）和原生矿石（24 个样品）的矿相鉴定，共查 235 颗金粒，其中氧化矿石查出 88 颗，原生矿石查出 147 颗，根据嵌存关系分为包体金、裂隙金、晶隙金 3 种类型。

（1）包体金：氧化矿石中占 38.63%，主要被包裹在褐铁矿、石英中。原生矿石中占 51.7%，主要被包裹在第二世代粗晶黄铁矿中，其次被包裹在褐铁矿、石英、黄铜矿中。包体金形成于黄铁矿、石英结晶之前或同时。

（2） 裂隙金：氧化矿石中占 61.37%，主要嵌布于伊利石、褐铁矿、石英孔隙或裂隙中。原生矿石中占 21.77%，主要嵌布于黄铁矿、石英、伊利石孔隙或微裂隙中。裂隙金形成于黄铁矿、石黄结晶之后。

（3）晶隙金：原生矿石中占 26.53%，主要嵌布于黄铁矿与黄铁矿（或黄铜矿）晶隙之中。晶隙金形成于黄铁矿结晶同时或稍后。

3.2 金矿物的有关特征

（1）金的粒度：在镜下对在氧化矿石和原生矿石的光片中查出的金粒分别进行了粒径测定，利用截距比换算出各粒级的分布率。表明本矿床中金的粒度主要为中细粒显微金。

首先，采用常规化学物相分析，即混茫法和 I2-KI 溶液浸取出矿石中的单体游离金和裸露的连生体金，再根据矿石中各类矿物的化学性质，用 20%醋酸、10%硝酸、3～4N 盐酸等不同试剂，分别逐个进行溶矿。以硫尿-HCI-H_2O_2 和 I2-KI 分别浸取碳酸盐、硫化物、褐铁矿中的金，最后在残渣中测定硅酸盐中的金。从测定结果可知，当矿裂磨至-200 目（占 98%）时，氧化矿石中的单体金占有率要比原生矿石中高。相反，原生矿石中的连生体金（主要与黄铁矿连生）占有率要比氧化矿石中高，硅酸盐和碳酸盐中金极少，这对金的选冶十分有利。

（2）矿物中金的物相分析：对含金较高的黄铁矿和伊利石作了金的物质相分析。当黄铁矿单矿物磨

至-200 目、伊利石粒径小于 0.33 mm 时、单体金加连生体金分别占原品位的 58.20%和 88.61%，显示出呈独立矿物存在。

3.3　金的多点分析

为了进一步查明金在主要载金矿物中的赋存形式，笔者还对黄铁矿作了金的多点分析，即称取黄铁矿 10 mg，经王水溶矿后，用原子吸收石墨法测定金的含量。

（1）金的形态：根据光片中观察，金粒的切面形态多种多样，有浑圆粒状、不规则粒状、乳滴状、角粒状、麦粒状、片状、细脉状、树枝状等。为了便于统计，将上述金粒形态简化为以下 5 种：① 浑圆粒状，占 26.8%；② 树枝状，占 25.11%；③ 乳滴状，占 22.55%；④ 角粒状，占 22.13%；⑤ 片状，占 3.40%。

（2）金的成色：经电子探针分析得出氧化矿石中的自然金 *w*(Au)含量平均为 87.07%， *w*(Ag)平均为 10.761%，金的成色平均为 890.15。原生矿石中的自然金 *w*(Au)含量平均为 90.342%，*w*(Ag)平均为 7.609%，金的成色平均为 922.765。

3.4　金的物相分析

为了证实金在各类矿石、各种载金矿物中的赋存形式，笔者分别作了金的物相分析。

矿石中金的物相分析得出，金的含量曲线起伏变化很大，相差悬殊，表明金在黄铁矿中分布不均匀，且局部富集，显示出金呈独立矿物存在的特点。

3.5　金的相关分析

为了考查金在氧化矿石和原生矿石中的分布情况，以便分析判断选矿最大回收程度，笔者根据金的物相分析，单矿物含金分析及矿物定量测定等，分别对氧化矿石和原生矿石的选矿样进行了金的配合计算。根据计算结果氧化矿石中金的配合恰好率以自然金和伊利石为主，而褐铁矿、黄铁矿、石英中金的配合率较低，但在原生矿石中，金的配合率均较低。这是由于矿石裸露在地表，主要载金矿物遭受强烈的氧化作用和长期风化淋滤作用，黄铁矿中的硫几乎全部流失，形成以褐铁矿为主的氧化矿石，原嵌存在黄铁矿的裂隙、晶隙中的金大部分解离而进入较松散的伊利石等粘土矿物中，从而造成氧化矿石的伊利石中含金比较高，金的配合率亦高。同时，从矿物中金的物相分析证实，在氧化矿石的伊利石中混入有较多的微细粒单体金和连生体金。经计算，这二者的配合率占 33.67%,而包体金等仅占 4.67%，这与原生矿石的伊利石中金的配合率（2.94%）基本一致，亦与矿相鉴定结果相吻合。

4　结　语

（1）矿物成分比较简单，氧化矿石中载金矿物主要有褐铁矿、伊利石、石英，原生矿石中载金矿物主要有黄铁矿、石英、黄铜矿等。

（2）金矿物以自然金为主，氧化矿石中含有部分银金矿。金的粒级属于中细粒显微金，原生矿石中的金粒要比氧化矿石中的金粒稍粗。自然金的成色较高，氧化矿石中金的成色平均为 890，原生矿石平均为 922。

（3）金的嵌布类型有包体金、裂隙金、晶隙金。氧化矿石中主要为裂隙金、包体金；原生矿石中主要为包体金，其次为晶隙金、裂隙金。

（4）从选矿组合样的矿石化学成分看，除 Au 外，Ag、Cu（原生矿石中 S）可考虑综合回收。有害元素 As、Sb、Bi 含量较低，对选冶影响不大。

（5）具压碎结构的黄铁矿是本区找金的微观标志。

本文的电子探针分析是由国家建材工业局合肥水泥研究设计院林生杰、叶贡欣测定；化学分析由本所崔树花等完成；晶胞参数由本室罗健民测定；技术负责方磐高级工程师和合肥工业大学林文通教授给予指导与审稿，在此一并致谢！

参考文献（略）