安徽铜陵某铁帽型金-铁矿床金的赋存状态研究①

蔡劲宏[1, 2]
(1. 中国地质大学, 北京 100083; 2. 桂林矿产地质研究院, 广西 桂林 541004)

摘　要: 对某铁帽型金-铁矿床金的赋存状态进行了研究, 分析了矿石的化学组成和矿物组成, 通过溶解度和物相分析, 区分矿物金和分散金, 测定了金矿物的成分、粒度和嵌布关系, 进行了金的平衡配分, 指出了金的回收方向。

关键词: 铁帽型金铁矿床; 金的赋存状态; 溶解试验和物相分析; 铜陵; 安徽
中图分类号: P618. 51　　**文献标识码**: A　　**文章编号**: 1001- 5663(2006)03- 0283- 04

安徽铜陵某铁帽型金-铁矿床是一走向延展不长的似层状铁金共生矿床, 矿体走向近似 SN (322°～340°), 倾向东, 倾角为 25°～15°。因勘探工程和今后的开发利用需要, 桂林矿产地质研究院与铜陵地质队合作进行了此项目的研究。

1　矿床地质概况和矿石类型划分

铁帽型金-铁矿床位于安徽铜陵铜官山矿田东部。矿床范围内出露地层为泥盆系上统五通组, 其主要岩性为粘土岩、粉砂岩、石英砂岩、石英砾岩, 矿体产于风化带中, 其主要产状呈透镜状、似层状。矿石类型可分为风化壳型和残坡积型。

2　矿石的化学组成和矿物组成

2. 1　矿石的化学组成

矿石的化学组成和微量元素含量见表 1、表 2, 矿石中有价成分为金、银、铁, 含有少量的铜、铅、锌、硫等, 这一特征反映了矿体在风化前为金属硫化物矿床。风化型矿石和残坡积型矿石的 w (Au) 分别达到了 8. 5 $\times 10^{-6}$ 和 11. 0 $\times 10^{-6}$, 均达到了金矿的工业品位。

表 1　矿石的化学组成

Table 1　Analysis results of chemical compositions in the ore　　$w_B/10^{-2}$

矿石类型	Na_2O	K_2O	CaO	MgO	TFe	MnO	SiO_2	Al_2O_3	P	S	H_2O
风化壳型	0. 077	0. 17	0. 12	0. 40	48. 57	0. 19	12. 16	3. 68	0. 09	0. 09	10. 10
残坡积型	0. 032	0. 41	0. 31	0. 16	37. 66	0. 26	21. 08	10. 14	0. 09	0. 09	9. 48

注: 测试单位为桂林矿产地质研究院测试中心。

表 2　矿石的微量元素含量

Table 2　Analysis results of trace element compositions in the ore　　$w_B/10^{-6}$

矿石类型	Au	Ag	Cu	Pb	Zn	As	Bi	Se	Te	Sb
风化壳型	8. 5	7. 3	2900	850	1600	2000	170	16	31	27
残坡积型	11. 0	11. 9	1200	1410	1500	3300	58	3	6	11

注: 测试单位为桂林矿产地质研究院测试中心。

收稿日期: 2005- 03- 25　作者简介: 蔡劲宏(1965-), 女, 中国地质大学(北京)在读博士研究生, 研究方向为岩石学、矿物学。

© 1994-2007 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved.　http://www.cnki.net

2.2 矿石的矿物组成

本矿床是铁帽型矿床,属风化作用的产物,矿石矿物组成比较简单,其特征如下:

(1)褐铁矿 是本矿床最主要的含铁矿物,经对其进行X射线衍射分析、红外光谱分析及结晶水分析的测定,本矿床褐铁矿主要由针铁矿($Fe_2O_3 \cdot H_2O$)和水针铁矿($Fe_2O_3 \cdot 4/3H_2O$)两种矿物组成。主要呈土状、峰窝状、块状、胶状等形态产出,在反光显微镜下多呈它形,部分交代黄铁矿、毒砂而呈黄铁矿、毒砂的假象。

(2)赤铁矿 在反光显微镜下,主要呈它形,与褐铁矿胶体一同沉淀形成微细条带,部分交代磁铁矿而呈磁铁矿假象。

(3)磁铁矿 少量,主要呈自形、半自形,嵌布在脉石或褐铁矿的裂隙中,部分被赤铁矿交代。

(4)黄铁矿 少量,主要呈自形、半自形,少部分呈它形,被褐铁矿交代,呈残余状嵌布在褐铁矿孔洞边缘或脉石中。

(5)高岭土 是主要的脉石矿物,呈土状集合体,粒度细小,由于铁质污染而呈深浅不一的黄褐色。

(6)滑石 少量,低硬度,有滑感,由于铁质污染而呈浅黄或浅褐色。

两种矿石的矿物相对含量见表3。

表3 矿石的矿物组成

Table 3 Analysis results of mineral components in the ore $w_B/10^{-2}$

矿石类型	褐铁矿	赤铁矿	磁铁矿	黄铁矿	自然金	脉石矿物
风化壳型	73.30	7.61	少量	少量	微量	18.2
残坡积型	56.20	6.40	少量	少量	微量	36.1

3 矿石的结构构造

3.1 矿石的结构

矿石的结构比较简单,主要为交代残余结构、假象结构、同心环带结构,次要的为自形—半自形结构、它形粒状结构,描述如下:

(1)交代残余结构 后期矿物沿早期矿物的解理裂隙、边缘或其他晶粒内部结构强烈交代,大部分早期矿物颗粒已被交代,仅有部分残余体保存在交代矿物中,一般残余体呈孤岛状、碎片状。主要是褐铁矿沿黄铁矿颗粒边缘交代,未交代完全的黄铁矿呈碎片状、孤岛状残留在褐铁矿中。

(2)假象结构 后期矿物比较彻底地交代自形的早期矿物,早期矿物颗粒全部或大部为后期矿物所代替,并保存早期矿物原来的形态及晶粒内部结构特点。主要是褐铁矿交代自形、半自形黄铁矿而呈黄铁矿立方体或五角二十面体假象,交代毒砂则呈毒砂的假象。若后期褐铁矿被淋滤流失,只留下黄铁矿、毒砂晶形的空洞,则形成负假象结构。亦见赤铁矿交代自形、半自形的磁铁矿而呈磁铁矿的假象。

(3)同心环带结构 褐铁矿在形成过程中由于环境条件的变化而形成同心环带。

(4)自形—半自形粒状结构 主要是黄铁矿呈自形、半自形粒状产于褐铁矿或脉石中。

(5)它形粒状结构 主要是赤铁矿呈他形晶粒产在脉石中。

3.2 矿石构造

矿石的构造充分反映了风化作用的特征,主要是土状构造、多孔状和蜂窝状构造、胶状构造(皮壳状、豆状、葡萄状、鲕状),局部见块状构造。

4 矿石中金的赋存状态特征

4.1 金的赋存状态、类型划分及测定

根据金在矿石中的产出形式,分为矿物金(含明金、显微金、次显微金)、类质同象金、吸附金。因类质同象金和吸附金是依附寄主矿物而存在的,无法通过选矿分离,故又称"分散金"。为了评价矿石中金选矿回收前景,进行了主要载金矿物——褐铁矿的Au—Fe溶解实验,数据见表4。

表4中数据表明,随着溶解时间的延长,褐铁矿中Fe的溶解率在50min时增高到97.4%,但Au的溶解率始终保持在2%,说明矿石中分散金(类质同象金和吸附金)含量很低(≤2%)。同时,用I_2(7%)+KI(14%)试剂对-200目矿石样品进行了金的物相分析(表5),其结果可以与Au—Fe溶解度结果相佐证。

上述结果表明,本矿床的矿石中金的赋存状态以矿物金为主,分散金的含量很低,有利于金的选矿回收。

4.2 矿石中金矿物特征

4.2.1 金矿物的成色

用EPM—810Q电子探针进行了金矿物的成色测定,结果见表6。由该表表明,本矿床的金矿物以自然金为主(w(Au)为82.47%～92.16%),有少部分为银金矿(w(Au)为66.62%～72.18%)。

© 1994-2007 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

表 4　褐铁矿 Au—Fe 溶解实验结果(溶液酸度: HCl 15%)

Table 4　Experimental results of gold solubility for limonite

溶解时间(min)	风化壳型矿石		残坡积型矿石	
	Au 溶解率(%)	Fe 溶解率(%)	Au 溶解率(%)	Fe 溶解率(%)
10	2.0	26.1	2.0	26.6
20	2.0	51.2	2.0	48.5
30	2.0	73.3	2.0	71.4
50	2.0	97.4	2.0	97.2

注: 测试单位为长沙矿冶研究院。

表 5　矿石中金的赋存状态

Table 5　Occurrence of gold in the ore

金的物相	风化壳型矿石		残坡积型矿石	
	w(Au)/10^{-6}	Au 占有率(%)	w(Au)/10^{-6}	Au 占有率(%)
裸露金	7.30	93.4	9.58	96.2
褐铁矿包裹金	0.27	3.5	0.23	2.3
脉石包裹金	0.25	3.1	0.15	1.5
合　计	7.82	100	9.96	100

注: 测试单位为桂林矿产地质研究院

表 6　矿石中金矿物电子探针分析

Table 6　Electron microprobe analysis of gold minerals in the ore　w_B/10^{-2}

样品号	Au	Ag	Fe	Cu	定名
Zk193-1	92.16	6.13	1.52	0.01	自然金
Zk153-2	91.24	7.58	0.03	0.85	自然金
Zk193-3	90.98	5.86	2.36	0.19	自然金
Zk153-4	90.46	8.87	0.07	0.24	自然金
Zk193-5	90.26	8.38	0.28	0.48	自然金
Zk193-6	90.00	7.17	1.88	0.68	自然金
Zk193-7	89.06	9.43	0.86	0.67	自然金
Zk193-8	88.41	9.49	0.52	0.76	自然金
Zk193-9	87.24	10.57	1.94	0.14	自然金
Zk193-10	86.30	11.13	2.17	0.32	自然金
Zk153-11	84.82	9.49	2.83	1.51	自然金
Zk193-12	82.47	14.14	2.98	0.26	自然金
Zk193-13	72.18	23.73	3.06	0.72	银金矿
Zk173-14	71.34	25.66	3.08	0.00	银金矿
Zk193-15	66.62	32.23	0.93	0.18	银金矿

注: 测试单位为桂林矿产地质研究院。

4.2.2　金矿物的粒度特征

矿石中金的品位较低, 加上金矿物的粒度一般比较细小, 使得金矿物的粒度统计比较困难, 本次采用了光片中金矿物粒度测定与选择性溶解—淘洗富集的金矿物粒度测定相结合的方法, 共测定了 800 多颗金矿物颗粒, 结果见表 7。

表 7　矿石中金矿物嵌布特征

Table 7　Embedded characters of gold minerals in the ore

金矿物粒度(μm)	风化壳型矿石		残坡积型矿石	
	重量百分比(%)	累计重量百分比(%)	重量百分比(%)	累计重量百分比(%)
> 100	4.31	4.31	18.72	18.72
70～100	2.50	6.81	24.32	43.04
40～70	28.85	35.66	38.46	81.60
20～40	51.07	86.73	14.15	95.65
< 20	13.27	100.00	4.35	100.00

注: 测试单位为桂林矿产地质研究院。

4.2.3　金矿物的共生嵌布特征

根据金矿物与矿石中其他矿物相嵌关系, 可把金矿物的嵌布形式分为:

(1) 裂隙金　金矿物分布在裂隙中, 其颗粒界线被裂隙所限制, 主要分布在褐铁矿的裂隙中, 少量分布在脉石矿物的裂隙中;

(2) 粒间金　金矿物与其他矿物相邻, 主要分布在褐铁矿之间或褐铁矿与脉石之间;

(3) 包裹金　金矿物被其他矿物所包裹, 主要被褐铁矿包裹, 少量被脉石矿物包裹。

镜下鉴定的结果表明, 本矿床金矿物形态可呈粒状、片状、浑圆粒状、棒状等, 主要与褐铁矿共生, 其中裂隙金占 66.9%, 粒间金占 18.1%, 包裹金占 15.0%。金的嵌布特征十分有利于选矿分离。

© 1994-2007 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved.　http://www.cnki.net

5 矿石中金的平衡配分

金的平衡配分即是查明金在矿石中的分布特征。为了更好地满足选矿需要,本文的平衡配分是在矿石磨矿细度到- 200 目时的工艺配分,即在矿石磨矿细度到- 200 目的条件下,测定出主要矿物的相对含量及含金量,由此计算出金的平衡配分,结果见表 8。

表 8 矿石中金的配分平衡表

Table 8 Gold partitioning balances in ore minerals Gold distribution in minerals of the ore

种类	风化壳型矿石				残坡积型矿石			
	矿物含量(%)	金含量(10^{-6})	金属量(g)	分配率(%)	矿物含量(%)	金含量(10^{-6})	金属量(g)	分配率(%)
裸露金			7.300	72.5			9.58	87.48
土状褐铁矿	43.98	2.300	1.012	20.11	35.08	1.06	0.372	3.39
蜂窝状、块状褐铁矿	29.31	1.746	0.512	5.08	21.09	0.451	0.095	0.87
赤铁矿	7.61	2.410	0.183	1.82	6.38	1.09	0.070	0.64
脉石矿物	18.20	0.270	0.049	0.49	36.10	2.31	0.834	7.62
合计	99.09		10.069	100.00	98.66		10.951	100.00
平衡系数	$K=\frac{9.056}{8.50}=106.5\%$				$K=\frac{10.951}{11.0}=99.56\%$			

配分结果表明,矿石中裸露金中的金占总金量的 72.5%～87.48%,褐铁矿中的金占总金量的 4.26%～25.19%。因此,矿石中回收金的主要对象是裸露金和褐铁矿中的金。

6 结论

(1) 本矿床中金矿物主要是自然金,少量为银金矿,分散金含量极少。

(2) 金矿物的自然粒度较粗,> 20μm 的金矿物占总金矿物的 85%,裂隙金占总金矿物的 66.9%,有利于金的选矿回收。

(3) 金的平衡配分表明,裸露金和褐铁矿中的金占总金量的 90% 以上,是回收金的主要对象。

(4) 风化壳型矿石与残坡型矿石中金的赋存状态相似,主要差异表现在,残坡积型矿石中的金矿物粒度更粗,如残坡积型矿石中> 70μm 的金矿物占 43.04%,平衡配分表中裸露金占 87.48%,均高于风化壳型矿石,反映了金的次生富集差异。建议在矿石采选过程中予以重视。

参考文献:

[1] 丁俊华,许文渊,吴厚泽,等. 中国伴生金矿床[M]. 地质出版社,1996,5.

[2] 李绥远,李艺,赖来仁,等. 中国伴生银矿床银的工艺矿物学[M]. 地质出版社,1996,6.

Gold occurrence in a gossan type gold deposit in Tongling, Anhui

CAI Jin-hong[1,2]

(1. *China University of Geosciences, Beijing* 100083, *China*;
2. *Guilin Research Institute of Geology for Mineral Resources, Guilin, Guangxi* 541004, *China*)

Abstract: The occurrence of gold in a gossan type gold deposit was studied. The chemical and mineral compositions of the ores from the deposit were analysed. The mineral gold and invisible gold were distinguished by their solubility and phase analysis. The composition, grain size and embedded characters of the minerals in the ores were studied. Equilibrium distribution of gold in the ores was also studied. The recovery method of the gold ores was showed in the paper.

Key Words: gossan type gold deposit, occurrence of gold, solubility experiment and phase analysis, Tongling, Anhui

© 1994-2007 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net