安徽省宣州区茶亭铜多金属矿金赋存状态研究

李磊,魏旭,卢晶,遇祯,王枫,张青

(安徽省地质试验研究所,安徽 合肥 230000)

摘要:本文通过详细的镜下鉴定及电子探针分析、单矿物分析、X 衍射分析,物相分析等手段查明安徽省 宣州区茶亭铜多金属矿床中矿石的化学组成、矿物组合、研究了该矿床中金矿物赋存状态。

关键词: 宣州区茶亭铜多金属矿; 金; 赋存状态

doi:10.3969/j.issn.1000-6532.2020.02.021

中图分类号: TD952 文献标志码: A 文章编号: 1000-6532 (2020) 02-0118-05

本次研究用的样品来源于安徽省地质矿产勘 查局 322 地质队提供的光片、薄片;安徽省工业 大学提供的电子探针片;选矿用的粗副样品,我 们通过光学显微镜鉴定、X-射线衍射分析、单矿 物分析、电子探针分析,结合化学分析及化学物 相分析等综合手段,详细查明了矿石中金的赋存

状态。

1 矿石化学成分

1.1 矿石的化学成分

矿石的多元素分析分为全矿床矿石和工业品 级矿石两类,其化学分析结果分别见表1、2。

	表 1	全矿休原体	「化字分析	ከ /%	
Table 1	Chemical a	nalysis of the	raw ores in	the whole	denosi

Tuble 1 Chemical analysis of the faw ofes in the whole deposit									
Cu	Pb	Zn	Au [*]	Ag	SiO ₂	TFe	CaO	MgO	Al ₂ O ₃
0.30	0.0015	0.0092	0.40	1.40	52.16	3.66	10.69	1.26	10.50
* 单位为 g/t。									
表 2 工业品级原矿化学分析 /%									

Table 2 Chemical analysis of industrial grade raw ores									
Cu	Pb	Zn	Au [*]	Ag*	SiO ₂	TFe	CaO	MgO	Al ₂ O ₃
0.55	0.0011	0.078	0.65	3.53	38.94	5.22	20.10	1.28	7.20
* 前位为	alt								

[▪]单位为 g/t。

多元素化学分析结果显示,工业品级矿石中 只有 CU 达工业品位,AU、AG 达伴生组分指标。

1.2 矿石中铜的化学物相分析

对全矿床和工业品级两类矿石进行了铜的化 学物相分析,化学物相分析结果见表 3、4。

表 3 全矿床原矿铜物相分析

Table 3 Ph	ase analysis o	f the raw coppe	er in whole	ore deposit
矿物名称	自由氧化铜 中铜	结合氧化铜 中铜	硫化铜 中铜	合计
全量 /%	0.02	0.0025	0.28	0 3025

100.00

92.56

分布率 /%	6.61	0.83
ム托は用力・	十分进行中	·坦/#

分析结果由本所选矿室提供。

表 4 工业品级原矿铜物相分析

Table 4Phase analysis of the raw copper in industrial grade

矿物名称	自由氧化铜 中铜		硫化铜中铜	合计
含量 /%	0.018	0.0050	0.547	0.57
分布率 /%	3.16	0.88	95.96	100.00

分析结果由本所选矿室提供。

收稿日期: 2019-03-30

作者简介:李磊(1988-),女,硕士,工程师,主要从事岩石矿物研究工作。

由化学物相分析结果可知, 矿石中的铜的氧 化率均比较低 (< 10%), 矿石属于原生硫化矿。 表 5 单矿物金银化学分析 Table 5 Chemical analysis of gold and silver in single minerals 原编号 分析编号 矿物名称 $Au/(g \cdot t^{-1})$ $Ag/(g \cdot t^{-1})$ dk-1 黄铜矿 27.3 75.1 18L651 dk-2 18L652 黄铁矿 55.8 16.7 111111111111 b а 2θ/(°) 图 1 X 射线衍射图 Fig. 1 X-ray Diffraction b. 斑铜矿包裹金, 1 斑铜矿, 2 金矿物 探针片(4102-150)反光镜 a. 黄铜矿包裹金 , 1 金矿物, 2 黄铜矿 探针片 (3702-558-1-3) 反光镜 d. 黄铁矿粒间及黄铁矿与黄铜矿粒间的金矿物 1 金 矿物, 2 黄铜矿, 3 黄铁矿 探针片(3702-962-1-4) c.黄铁矿内包裹金 1 金矿物, 2 黄铁矿 探针片 (CT201-24) 反光镜 反光镜 粒间金结构,分布于闪锌矿与磁铁矿粒间的金矿 1 自然金,2 磁黄铁矿,3 闪锌矿,4 黄铜矿 光 2 黄铜矿,3 闪锌矿,4石英 探针片(3702-558-1-6)

图 2 矿物光、薄片镜下鉴定特征 Fig. 2 Identification characteristics of minerals under light and thin section microscope

2 矿石的矿物组成

2.1 矿石的矿物组成

经大量光片、薄片镜下鉴定,人工重砂分析 研究及对全矿床矿石(图1A)和工业品级矿石综合 样(图1B)(选矿副样)进行 X-射线衍射分析等 研究表明,矿石中矿物种类达34种。其中金属矿 物有黄铜矿、黄铁矿、斑铜矿、自然金、银金矿,少-微量磁铁矿、赤铁矿(镜铁矿)、闪锌矿、磁黄铁矿、 辉钼矿、方铅矿等;脉石矿物有石英、硬石膏、 钠长石、绢云母,次为石榴石、方解石、白云母、 白云石、绿泥石、石膏、斜长石、钾长石、透辉石、 粘土矿物,少-微量金红石、榍石、磷灰石、锆石、 褐帘石等。矿石中的载金矿物及其相关矿物主要 为黄铜矿、斑铜矿、黄铁矿(表5),少量磁黄铁矿、 闪锌矿、石英、绢云母、绿泥石、硬石膏等。现 对矿床中几种主要载金矿物特征详细阐述。

黄铜矿、斑铜矿:黄铜矿是矿石中主要铜矿物, 斑铜矿是矿石中次要铜矿物,二者亦是主要的载金 矿物,常见其晶粒内包裹自然金、银金矿,或其晶 粒间有金矿物分布(图 2a、b),黄铜矿、斑铜矿 单矿物分析显示,其含金达 27.3G/T(见表 5)。

黄铁矿:黄铁矿是矿石中的主要硫矿物,在 全矿床矿石中含量明显较工业品级矿石中高。工 业品级矿石中的黄铁矿也是与金赋存状态密切相 关的主要矿物之一,光片中见较多金矿物分布于 黄铁矿粒间,或黄铁矿与黄铜矿等矿物粒间(图 2c、d)。单矿物分析结果显示,黄铁矿内含金为 16.7G/T(表5)。

闪锌矿、磁黄铁矿:闪锌矿、磁黄铁矿在矿石 中很少,仅在少量光片、探针片中见到,偶见少量金 矿物分布于晶内、或与其他矿物晶粒间(图 2e)。

石英:矿石中的石英主要是次生石英,部分 原生石英。次生石英多呈不等粒他形粒状,粒径 以 0.05~1MM 为主。见少量金矿物分布于石英与 铜矿物或闪锌矿晶粒间(图 2f)。

硬石膏:硬石膏不等粒他形粒状变晶,多呈镶 嵌状或分布于石英粒间,部分分布于石榴石、透辉 石、长石粒间。偶见金矿物分布于硬石膏与磁黄铁 矿的晶粒间或硬石膏解理(裂隙)中(图 2g)。

绢云母、绿泥石、粘土矿物:绢云母、绿泥 石、粘土矿物主要分布于低品位铜、金矿石中, 工业品位矿石中含量相对较少。绢云母、绿泥石 晶粒间或其与黄铜矿晶粒间见有金矿物分布(图2 h)。细小鳞片状的、绢云母、绿泥石、粘土矿物 在矿石的碎、磨过程中容易泥化,当其含量较多 时不利于铜、金的浮选回收。

3 金的赋存状态

大量光片、探针片显微镜下鉴定发现,矿石 中金主要呈独立金矿物赋存于黄铜矿、斑铜矿、 黄铁矿等矿物内或矿物粒间。

14010 0	Statistical	gola	i minerals	01 010	uroanon ty	P00 01
嵌布		501		大母	长度	
特征	相关矿物	颗粒数	百分比/%	/mm	百分比/%	小计
14 m	黄铜矿	61	54.95	0.88	48.03	
54A	斑铜矿	10	9.01	0.073	3.98	54.15
也冲金	磁黄铁矿	3	2.70	0.022	1.20	
	黄铁矿	1	0.90	0.017	0.93	
	黄铜矿 / 黄铁矿	7	6.31	0.282	15.39	
粒间金	黄铜矿 / 斑铜矿	3	2.70	0.207	11.30	
	黄铜矿 / 黄铜矿	1	0.90	0.032	1.75	
	黄铜矿 / 闪锌矿	3	2.70	0.059	3.22	
	黄铜矿 / 脉石	3	2.70	0.018	0.98	
	斑铜矿 / 闪锌矿	2	1.80	0.024	1.31	40.39
	黝铜矿 / 石英	1	0.90	0.042	2.29	
	黄铁矿 / 黄铁矿	2	1.80	0.022	1.20	
	磁黄铁矿 / 闪锌矿	1	0.90	0.003	0.16	
	磁黄铁矿 / 硬石膏	1	0.90	0.02	1.09	
	脉石 / 脉石	4	3.60	0.031	1.69	
裂隙全	闪锌矿	6	5.41	0.076	4.15	
1C 121 JZ.		2	1.80	0.024	1.31	5.46
-	合计	111	100.00	1.832	100.00	

表 6 金矿物的嵌布类型测量统计

3.1 金矿物嵌布类型

光片及探针片显微镜下鉴定发现 111 粒金矿 物,对这些金矿物嵌布类型测量统计显示,金矿 物的嵌布类型主要为包体金,其次为粒间金,少 量裂隙金。按金矿物颗粒总长含量(相当于体积 含量)统计,包体金含量 54.15%、粒间金含量 40.39%、裂隙金含量 5.46%。包体金主要包于黄铜 矿中,少量包于斑铜矿中,另有极少量包于黄锅 矿、磁黄铁矿中;粒间金则主要为黄铜矿、斑铜矿、 黄铁矿间;裂隙金则见于闪锌矿、脉石矿物裂隙 内(表 6)。从矿石中金矿物的嵌布类型判断,本 矿床矿石中的金矿物在选矿(浮选)过程中易进 入铜精矿中,便于金的回收利用。

3.2 金的嵌布粒度

表 7 金矿物的粒级测量统计 Table 7 Statistical for particle size measurement of gold

minerals							
粒径 /mm	颗粒数	颗粒 百分比 /%	线段长 /mm	含量分布 /%			
0 205 \ 0 074	2	2 70	0.20	15.93			
-0.293+0.074	2	2.70	0.29	15.65			
-0.074+0.037	10	9.01	0.499	27.24			
-0.037+0.01	40	36.04	0.754	41.16			
≤ 0.01	58	52.25	0.289	15.78			
合计	111	100.00	1.832	100.00			

根据《岩金矿地质勘探规范》中划分的金 矿物粒级分类,本次研究测量的金矿物粒级按颗 粒数统计(表7),以粒径≤0.01的微粒金和粒 径-0.037+0.01 mm的细粒金颗粒最多,其百分比分 别为52.25%、36.04%;少量中粒、粗粒金,其百分 比分别为9.01%、2.70%。按颗粒线段长度含量(相 当于体积含量)统计,则以粒径-0.037+0.01 mm的 细粒金为主,含量占41.16%;次为粒径-0.074+0.037 的中粒金,含量占27.24%;粗粒金与微粒金含量 接近,分别为15.83%、15.78%。以上数据显示, 本矿床中金矿物粒级以中粒级以下含量为主,中-微粒金总含量占84.17%。

3.3 金的嵌布形态

对光片、探针片中所见的百余粒金矿物的形态统计发现, 矿石中金矿物的嵌布形态多种多样。

按颗粒数统计,主要有长角粒状、圆粒状、角粒状、 尖角粒状,少量麦粒状、枝丫状;按金矿物颗粒 长度百分含量(相当于体积含量)统计,以长角 粒状、角粒状、尖角粒状为主,少量浑圆粒状、 枝丫状、板片状、麦粒状(表 8)。

表 8 金矿物的嵌布形态测量统计 Table 8 Statistics for measuring the distribution morphology

of gold minerals							
嵌布形态	颗粒数	颗粒百分比 /%	长度	长度百分比 /%			
板片状	3	2.70	0.112	6.11			
长粒状	28	25.23	0.640	34.93			
浑圆粒状	29	26.13	0.149	8.13			
尖角粒状	13	11.71	0.307	16.76			
角粒状	27	24.32	0.392	21.40			
麦粒状	5	4.50	0.050	2.73			
枝丫状	6	5.41	0.182	9.93			
合计	111	100.00	1.832	100.00			

表 8 中数据说明,矿石中金矿物的嵌布形 态不论是颗粒数含量还是面积含量都以不同形态 的粒状金矿物为主,各种粒状金矿物的总含量占 83.96%,枝丫状与板片状金矿物的面积总含量仅占 16.04%。

4 结 论

(1)多元素化学分析及化学物相分析结果显示,工业品级矿石中只有CU达工业品位,AU、 AG达伴生组分指标,该矿石为原生硫化矿。

(2) 矿石中的载金矿物及其相关矿物主要为 黄铜矿、斑铜矿、黄铁矿,少量磁黄铁矿、闪锌矿、 石英、绢云母、绿泥石、硬石膏等。

(3)本矿床中金矿物粒级以中粒级以下含量为主,矿石中金矿物的嵌布形态不论是颗粒数含量还是面积含量都以不同形态的粒状金矿物为主,少量枝丫状与板片状。矿石中金主要呈独立金矿物赋存于黄铜矿、斑铜矿、黄铁矿等矿物内或矿物粒间。金矿物的嵌布类型主要为包体金,其次

为粒间金,少量裂隙金。这部分金矿物在矿石碎 磨过程中不论解离与否,在选矿过程中都容易进 入铜精砂中。粒间金与裂隙金共占金矿物含量的 45.85%,这部分金矿物在磨矿过程中易解离呈单体 金,在选矿过程中也易于进入到铜精矿中,便于 金的回收利用。

参考文献:

[1] 卢静文,彭晓雷.金属矿物显微镜鉴定手册 [M].北京: 地质出版社,2010.

Lu J W, Peng X L. Handbook of Microscopic Identification of Metallic Minerals [M]. Beijing: Geological Publishing House, 2010.

[2] 常丽华,陈曼云等.透明矿物薄片鉴定手册[M].北京: 地质出版社,2006.

Chang L H, Chen M Y, et al. 2006. Handbook for the Identification of Transparent Mineral Flakes [M]. Beijing: Geological Publishing House.

[3] 全国矿产储量委员会. 岩金矿地质勘探规范 [M]. 吉林: 冶金地质勘探公司, 1984.

National Mineral Reserves Committee. Geological Exploration Specifications for Rock Gold Deposits [M]. Jilin: Metallurgical Geological Exploration Company, 1984.

[4] 王濮,潘兆橹,翁玲宝.系统矿物学 [M].北京:地质出版社,1987.

Wang P, Pan Z L, Weng L B. Systematic Mineralogy [M]. Beijing: Geological Publishing House, 1987.

[5] 矿产资源工业要求手册编委会. 矿产资源工业要求手册 [M]. 北京: 地质出版社, 2012.

Compilation Committee of Manual of Mineral Resources Industry Requirements. 2012. Manual of Mineral Resources Industry Requirements [M]. Beijing: Geological Publishing House, 2012.

[6] 邱柱国. 矿相学 [M]. 北京: 地质出版社, 1982.

Qiu Z G. 1982. Mineralogy [M]. Beijing: Geological Publishing House, 1982.

[7] 许时, 胡为柏, 崔琳, 等. 矿石可选性研究 [M]. 北京: 中国工业出版社出版, 1963.

Xu S, Hu W B, Cui L, et al. Research on Ore Separability [M]. Beijing: China Industrial Press, 1963.

(下转 127 页)

2004,14 (2) : 87-92.

[4] 熊玉旺. 云南某钽铌矿中钽、铌的赋存状态研究. 有色 金属:选矿部分,2014(1):1-4.

Xiong Y W. Study on the Occurrence of Tantalum and Niobium in aTantalum-niobium Mine in Yunnan Province. Nonferrous Metals Mineral Processing, 2014 (1): 1-4.

[5] 王明燕.四川某铌钽矿工艺矿物学研究[J].矿 冶,2016,25(4):84-88. Wang M Y. Study on Process Mineralogy of a Certain Niobium Tantalum Ore from Sichuan [J]. Mining and Metallurgy, 2016,25 (4): 84-88.

[6] 卢烁十, 陈经华. 细晶石为主的钽铌矿石工艺矿物学及 可选性研究 [J]. 有色金属: 选矿部分, 2016(5):1-6,12.

Lu S S, Chen J H. Study on the Mineralogy and Separability of Tantalum-niobium Ore Process Based on Fine SPAR [J]. Nonferrous Metals :Mineral Processing, 2016 (5) : 1-6,12.

Study on the Process Mineralogy of Niobium in the Colombite Ore in Mpanda, Tanzania

Wu Shijin¹, Liu Tingzhong¹, Zhou Yu¹, Ning Fujun²

(1. Geological Survey of Jiangxi Province, Nanchang, Jiangxi, China; 2. Anhui Geology and Mining Investme nt Group Ltd., Hefei , Anhui, China)

Abstract: By means of optical microscope, X-ray diffraction analysis (X - RD), scanning electron microscopy (SEM), mineral automatic analyzer (MLA) and EDS spectrum analysis, combined with the comprehensive methods such as chemical analysis, study in the ore composition, disseminated grain size, paragenetic assemblage of mineral and state of niobium elements, etc., in detail elaborated the process mineralogy characteristics of the ore, The research could provide reliable reference for the adoption of a reasonable separation process.

Keywords: Colombite ore; Process mineralogy ; Mine composition; Occurrence state

Gold Occurrence of Chating Copper Polymetallic Deposit of Xuanzhou District, Anhui Province

Li Lei, Wei Xu, Lu Jing, Yu Zhen, Wang Feng, Zhang Qing

(Anhui Provincial Institute of Geological Experiment, Hefei, Anhui, China)

Abstract: The chemical composition and mineral assemblage of Chating copper polymetallic deposit in Xuanzhou area of Anhui province have been ascertained by means of detailed microscopic identification, electron probe analysis, single mineral analysis, X-ray diffraction analysis and phase analysis, and the occurrence state of gold minerals in the deposit has been studied.

Keywords: The copper polymetallic deposit of Xuanzhou District; Gold; Occurrence State.