

云南某铜矿伴生金银的赋存状态及综合回收

张才学, 巨星, 张巍, 刘川, 冯玲
(成都综合岩矿测试中心, 四川 成都 610081)

摘要:对云南某铜矿中伴生金银的性质及其赋存状态进行了详细的研究,并根据研究结论,对现有生产工艺进行了中矿再磨-分级-返回粗选再选的技术改造,在中矿细磨至-0.048mm 63%时,铜精矿中金和银的回收率分别提高了15.2%和15.8%,创造了较高的经济价值,也充分发挥了工艺矿物对选矿的指导作用。

关键词:黄铜矿;赋存状态;浮选;中矿再磨

doi:10.3969/j.issn.1000-6532.2013.05.007

中图分类号:TD91 文献标识码:A 文章编号:1000-6532(2013)05-0024-03

云南某铜矿是以铜为主要回收对象的大型多金属矿山,该矿含有金属铜储量79万t,银储量55.3t,金储量7703kg。在现有的生产工艺流程中,主要是回收铜,金、银主要伴随在铜精矿中回收,其回收率仅有60%左右。如何保证在铜的选矿指标不降低的前提下,尽可能地提高金、银的回收率,提高资源的利用率,增加企业的附加值,是该矿面临的重要技改问题之一。针对这一问题,对其中伴生金、银的性质及赋存状态进行详细研究^[1-2],具有重要的现实意义和经济价值。

1 矿石性质

1.1 矿石主要化学成分分析

原矿主要化学成分分析结果见表1,原矿矿物组分分析结果见表2。

表1 原矿主要化学成分分析结果/%

Table1 The chemical analysis results of the run-of-mine

Cu	Au*	Ag*	S	TFe	SiO ₂
0.56	0.25	2.38	0.79	28.99	31.92
Zn	Al ₂ O ₃	CaO	Mn	Pb	
0.02	3.26	3.52	0.64	0.008	

* 单位为 g/t。

从表1、表2可知,原矿中主要有用矿物为铜矿物和铁矿物,其中伴生的金、银也达到了回收的边界品位,应考虑综合回收。铜矿物以黄铜矿为主,其次是斑铜矿,另外含有量的孔雀石、铜蓝;铁矿物以磁

铁矿为主;脉石矿物以黑云母、白云石和石英为主。此外,伴生极少量自然金、辉银矿、碲银矿等。

表2 原矿矿物组分分析结果/%

Table 2 The mineral composition analysis results of run-of-mine

黄铜矿	斑铜矿	磁铁矿	黄铁矿	赤铁矿	黑云母
2.84	0.22	24.48	0.14	0.24	25.17
白云石	石英	绿泥石	方解石	斜长石	
16.15	10.29	3.02	1.18	14.15	

1.2 矿石中主要金属矿物嵌布特性

黄铜矿:一般呈他形粒状,单晶粒和集合体嵌布于硅酸盐脉石中。部分黄铜矿与斑铜矿和磁铁矿呈不规则连晶体,少数黄铜矿包裹有磁铁矿和其他脉石矿物。少量的黄铜矿呈脉状嵌布于长石、石英中。一般嵌布粒度为0.037~0.825mm,少数在0.018~0.074mm之间,最大为1.48~2.22mm。

斑铜矿:呈它形、不规则粒状,共生于磁铁矿和黄铜矿中,嵌布粒度为0.056~0.74mm。

磁铁矿:多数呈他形粒状,少数呈半自形及较细的星点状和浸染状。多数以单晶颗粒存在,嵌布于长石、黑云母、白云石、石英、绿泥石等脉石之中。部分磁铁矿与黄铜矿呈不规则连晶,一些粗粒磁铁矿中包裹有黄铜矿和脉石矿物,磁铁矿和黄铜矿常交错共生,其嵌布粒度一般为0.037~0.056mm,最小嵌布粒度为0.004~0.037mm,最大嵌布粒度为0.56~0.92mm。

收稿日期:2013-05-21

作者简介:张才学(1972—),男,工程师,硕士,主要从事选矿和矿产综合利用研究。

2 金、银的赋存状态研究

2.1 金、银的主要矿物组成及嵌布状态

金的主要矿物为自然金,银的主要矿物为碲银矿,其次为辉银矿。

自然金:在 -0.074mm 原矿人工重砂精矿中和铜精矿中均发现有自然金,为唯一见到的独立矿物,呈他形、半自形片状、粒状,最大粒径达 0.2mm ,最小粒径小于 0.01mm ,一般粒径小于 0.03mm ,包裹嵌镶于硫化物中或与之毗连嵌镶。

碲银矿:为银的主要独立矿物,呈他形微晶状,最大粒径 0.15mm ,最小粒径小于 0.01mm ,一般粒径小于 0.05mm ,主要包裹嵌镶于硫化物中,少量包裹嵌镶于脉石矿物中。

辉银矿:为银的次要独立矿物,呈他形微晶,粒径小于 1.0mm ,已见到的辉银矿包裹嵌镶于石英、磁铁矿中。

2.2 金、银矿物的赋存状态

金:从单矿物化学分析及扫描电镜研究表明,金主要以自然金赋存于矿石中,与硫化物紧密共生,主要包裹于硫化物(黄铜矿、斑铜矿)中,或与硫化物和脉石矿物(主要与斑铜矿和石英)毗连嵌镶。通过人工重砂法检查,原矿在 -0.074mm 的重砂矿物中才发现有单独的自然金,说明要使金达到单体解离,就应要把原矿细磨到 0.074mm 以下或更细些。

银:通过单矿物化学分析及扫描电镜研究表明,银主要以独立矿物赋存于矿石中,于硫化物紧密共生,包裹嵌镶在硫化物中,或与硫化物(黄铜矿、斑铜矿)毗连嵌镶,少量银矿物包裹于脉石矿物(黑云母、石英、长石)和磁铁矿中。

由金、银嵌布状态和赋存状态研究结果可知,金、银嵌布粒度都较细,大多数为 -0.05mm ,并且都包裹嵌镶在硫化物中,或与硫化物(黄铜矿、斑铜矿)毗连嵌镶,因此,要达到金、银的单体解离,就应对原矿进行细磨到 0.074mm 的粒度以下。

3 伴生金、银回收的探索性研究^[3-4]

根据对原矿工艺矿物学性质的研究分析,发现原矿中铜矿物嵌布粒度较粗,浮选时磨矿细度在 -0.074mm 70%时,可获得含Cu为30%,回收率为90%以上的铜精矿产品。但是,其中伴生金、银的回收并不高。由于原矿中伴生的金、银主要富集在铜精矿中,考虑到现场生产条件的实际,在不改变原生产流程的基础上,从改变浮选工艺条件入手,探索其中伴生金、银的综合回收。

3.1 选铜工艺现状

生产现场采用优先浮铜,选铜尾矿再磁选选铁的工艺流程。由于原矿中伴生金、银主要伴随铜精矿回收生产上采用一粗一扫三精中矿依次返回的选铜工艺流程,生产流程见图1。

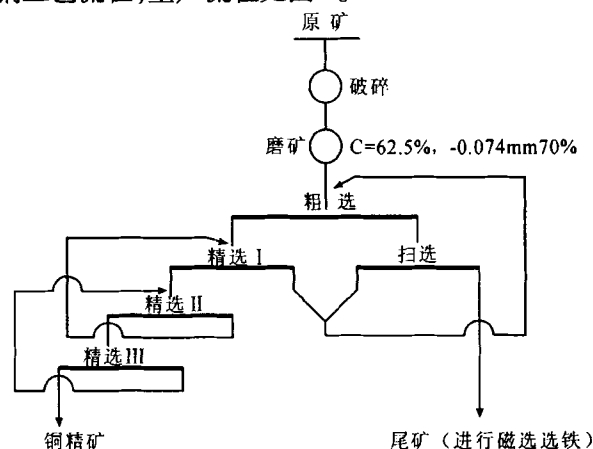


图1 现场铜浮选工艺流程

Fig. 1 The flotation process for a copper ore on site

3.2 综合回收伴生金、银的研究

由原矿性质及工艺矿物学研究可知,原矿中伴生金、银的粒度比铜矿物的较细,且嵌布关系复杂,建议适当提高磨矿细度,以利于伴生金、银的回收。经过试验研究,对中矿采用再磨分级工艺来适当提高磨矿细度,在确保铜的浮选指标不下降的情况下,尽量加强对原矿中伴生金、银较细的回收,已达到提高金、银回收率的目的^[5-6]。试验研究选用丁胺黑药与丁基黄药混合使用,以加强对金、银的回收,试验所用药剂及用量见表3,改进的试验流程见图2,其两种流程的闭路试验结果对比见表4。

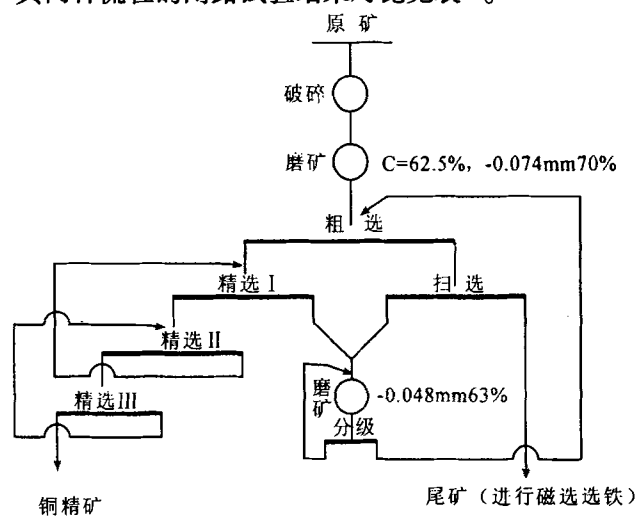


图2 中矿再磨工艺流程

Fig. 2 The regrinding process of middling

表 3 试验所用药剂及用量/ $\text{g} \cdot \text{t}^{-1}$ Tab 3 The agents and dosage used in experiments/ $\text{g} \cdot \text{t}^{-1}$

药剂名称	粗选	扫选	精选 I	精选 II	精选 III
水玻璃	800	400	400	—	—
硫酸铜	600	300	—	—	—
丁基黄药	80	40	—	—	—
丁胺黑药	80	40	—	—	—
2 [#] 油	60	40	20	—	—
刮泡时间	5min	5min	4min	3min	2min

表 4 两种流程的闭路试验结果对比/%

Table 4 The contrast of the closed-circuit test results contrast of the two kinds of process/%

流程名称	项目 名称	品位/%			回收率/%		
		Cu	Au [*]	Ag [*]	Cu	Au	Ag
生产流程	铜精矿	30.20	3.42	12.54	95.26	63.51	58.92
	尾矿	0.061	—	—	4.74	—	—
试验室 流程	铜精矿	30.26	4.35	16.32	95.52	78.71	74.72
	尾矿	0.056	—	—	4.48	—	—

* 单位为 g/t 。

从表 4 中的试验数据对比可知,对中矿进行分解细磨处理,适当提高磨矿细度,在不影响铜的浮选指标下,铜精矿中对金、银的回收有了显著的提高,其中铜精矿中金的回收率提高了 15.2%,银的回收率提高了 15.8%,创造了良好的经济价值

4 结 论

(1)原矿含铜矿物以黄铜矿、斑铜矿为主,根据铜矿物的嵌布特性及试验研究结果分析,铜矿物的嵌布粒度较粗,磨矿细度达到 -0.074mm 达到 70%

时,其单体解离度已达 94%,能够满足铜矿物的浮选分离要求。

(2)原矿中伴生的金、银多以单独矿物形式存在。少部分与硫化物紧密共生,被硫化物包裹或毗连嵌镶,结晶粒度较细,不易单体解离。在浮选时,大多数都富集在铜精矿中。

(3)少量金、银矿物与脉石(黑云母、石英)和磁铁矿共生,这部分金、银嵌布粒度较细,在现有生产流程的基础上,损失在铜浮选的尾矿中。

(4)对现有生产工艺进行了中矿再磨—分级—返回粗选再选的技术改造,在中矿细磨至 -0.048mm 63%时,铜精矿中金和银的回收率分别提高了 15.2% 和 15.8%,创造了较高的经济价值,也充分发挥了工艺矿物对选矿的指导作用。

参考文献:

- [1] 红钢. 康家湾铅锌矿中伴生金银的性质对选矿工艺的影响[J]. 有色金属(选矿部分), 1997(4): 1-5.
- [2] 李艺, 李绥远. 我国铜矿床中伴生金(银)的赋存状态及提高其回收率的途径[J]. 矿产综合利用, 1991(6): 42-49.
- [3] 雷贵春. 德兴铜矿伴生金的回收研究与实践[J]. 黄金, 2000(9): 32-35.
- [4] 童雄, 闫森. 强化有色金属矿石选矿回收伴生银的国内外研究[J]. 国外金属选矿, 1999(12): 13-18.
- [5] 黄松, 丁俊华. 安徽铜陵狮子山铜矿床中伴生金的赋存状态及提高回收率途径[J]. 矿产与地质, 1997(05): 55-59.
- [6] 李崇德, 郭可宁, 项则传, 等. 永平铜矿伴生银的赋存状态研究及回收实践[J]. 矿冶, 2001(02): 27-30.

Study on Occurrence and Comprehensive Utilization of Associated Gold and Silver in a Copper Mine in Yunnan

ZHANG Cai-xue, JU Xing, ZHANG Wei, LIU Chuan, FENG Ling

(Chengdu Comprehensive Rock Ore Testing Center, Chengdu, Sichuan, China)

Abstract: The characteristics and occurrence state of associated gold and silver in a Yunnan copper mine were studied in this paper. On the basis of this research results, the technical transformation of middling regrinding—classification—returning roughing for reconcentration was carried on. When the grinding fineness of the middling was -0.048mm 63%, the recovery of gold and silver in copper concentrate was increased 15.2% and 15.8% respectively, which created a relatively high economic value and played a guiding role of beneficiation.

Key words: Chalcopyrite; Occurrence; Flotation; Middling regrinding