

低品位细粒嵌布混合铜矿选矿试验研究^{*}

聂琪, 戈保梁, 杨晶

(昆明理工大学, 昆明, 650093)

摘要: 所研究的矿石在氧化过程中由于氧化不充分, 形成了一系列的蚀变铜矿物, 氧化率达 45.45%, 原矿品位为 0.77%, 为一氧化不彻底的低品位极细粒嵌布混合铜矿。针对矿石的特点进行了选矿试验研究。试验结果表明: 经过三次粗选、一次扫选、两次精选, 可获得铜精矿品位 24.57%, 回收率 84.14% 的较好浮选指标。该工艺流程和药剂制度简单合理, 易于实现工业化生产。

关键词: 混合铜矿; 品位细粒嵌布; 工艺流程; 药剂制度; 捕收剂

中图分类号: TD952.1; TD923 文献标识码: B 文章编号: 1001-0076(2011)01-0040-04

Mineral Processing Research for an Low Grade and Ultra-fine-grained Dissemination Mixed Copper Ore

NIE Qi, GE Bao-liang, YANG Jing

(Kunming University of Science and Technology, Kunming 650093, China)

Abstract: As the ore is insufficient oxidation, a series of altered copper minerals were formed. It is an incomplete oxidation, low grade and ultra-fine-grained dissemination mixed copper ore with the oxidation rate 45.45% and the copper grade 0.77%. According to the characteristics of the ore, mineral processing researches were carried on. With the technical flowsheet of triple roughing, once scavenging and twice cleaning, copper concentrate of 24.57% copper with a recovery of 84.14% was obtained. The technological process and reagent system are simple and easy to realize commercial production.

Key words: mixed copper ore; low grade and ultra-fine-grained dissemination; technical flowsheets; reagent system; collector

我国是一个铜资源紧缺的国家, 随着资源的不断开采及贫、细、杂化加剧, 相对易选矿逐年减少, 并且我国大多数硫化矿床上部都有氧化带, 有的矿床还被深度氧化成为大中型的氧化矿床^[1]。因而对低品位混合铜矿的研究与开发已引起人们的高度重视。

1 矿石性质

该矿石属于低品位混合型砂岩铜矿, 矿石中的

铜矿物种类较多, 原生硫化铜矿物为黝铜矿和黄铜矿, 在氧化过程中由于氧化不充分, 形成一系列的蚀变铜矿物, 主要有斑铜矿、辉铜矿、铜蓝, 最终氧化成孔雀石。矿石的氧化率达 45.45%, 为一氧化不彻底的硫化氧化混合矿石。其它较为常见的金属矿物有褐铁矿、磁铁矿、钛铁矿、黄铁矿、方铅矿; 脉石矿物以石英、白云石、高岭石、绢云母为主, 其次是斜长石、绿泥石、方解石、孔雀石等矿物。

原矿的多元素分析结果见表 1, 原矿的铜物相

• 收稿日期: 2010-06-18; 修回日期: 2010-12-14

作者简介: 聂琪(1984-), 女, 陕西渭南人, 在读硕士研究生, 研究方向: 选矿理论与工艺。

分析结果见表2。

表1 矿石多元素化学分析								
元素	Cu	Pb	Zn	SiO ₂	TFe	Al ₂ O ₃	MgO	Na ₂ O
含量/%	0.77	0.11	1.450	49.55	3.5	10.7	4.97	0.66
元素	Ag	Au	As	Bi	Mo	CaO	S	
含量/%	8.3	0.2	260	50	<10	6.57	0.54	

注:Ag、Au、As、Bi、Mo 含量单位为 g/t。

表2 铜物相分析结果					
项目	结合氧化铜	自由氧化铜	原生硫化铜	次生硫化铜	总铜
含量/%	0.05	0.3	0.1	0.32	0.77
分配率/%	6.49	38.96	12.99	41.56	100

矿石的多元素化学分析和铜物相分析表明,矿石中可供利用的元素为铜,有少量的银和金,其他元素无回收价值。矿石中铜品位为0.77%,其中硫化铜占54.55%(包括原生硫化铜和次生硫化铜),结合氧化铜有6.49%,自由氧化铜有38.96%。结合氧化铜中有部分为方解石、泥质等包裹的极细的孔雀石,由于部分孔雀石粒度极细,被方解石、泥质等包裹,化学分析所需的碎样粒度不能使其解离,则这部分铜就以结合氧化铜的形式出现。通过对该矿石的铜的物相分析,该矿石为典型的硫氧结合混合铜矿。

2 试验研究及结果

一般情况下,对于混合铜矿来说,硫化铜矿中原生黄铜矿和次生辉铜矿的可浮性很好,次生硫化铜中的铜蓝和黝铜矿的可浮性相对较差,氧化铜矿中孔雀石、硅孔雀石、蓝铜矿等的可浮性就更差,因此对于这一含有多种类型铜矿物的矿石,必须建立适用于多种铜矿物的浮选工艺体系,方能适应矿石性质多变的形势。为了简化试验流程和药剂,减少投资成本,本试验采用混合浮选法,即同时选别硫化铜矿物和氧化铜矿物。

2.1 磨矿细度试验

磨矿细度既要能使铜矿物最大限度地解离,又要使脉石矿泥的干扰降到最低限度,这对改善细粒硫化矿的浮选效率尤为重要。

磨矿细度条件试验结果见图1。根据试验结果综合评定,最终确定磨矿细度为-0.074mm 占85%时所得到的品位及回收率均相对较好。

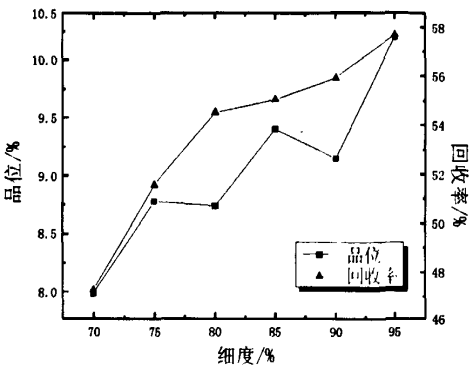


图1 -200目磨矿细度试验

2.2 活化剂种类及用量试验

孔雀石(含量0.52%)为该矿石中的主要铜矿物和目的矿物,必需对该部分矿石进行活化,从而提高其可浮性。在种类繁多的活化剂中,硫化钠是氧化铜矿物有效的活化剂,但其用量需严格控制;用D2作活化剂、黄药作捕收剂在某些氧化铜矿中的活化效果很好;乙二胺磷酸盐对结合氧化铜和游离氧化铜都有良好的活化作用,能改善泡沫状况,降低丁黄药的用量。

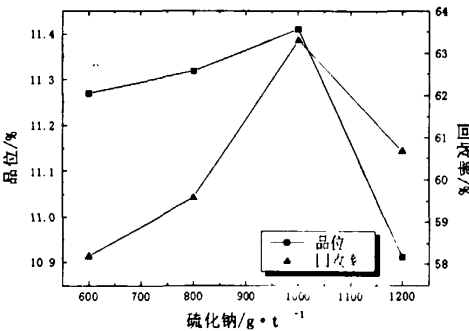


图2 硫化钠用量对铜品位及回收率的影响

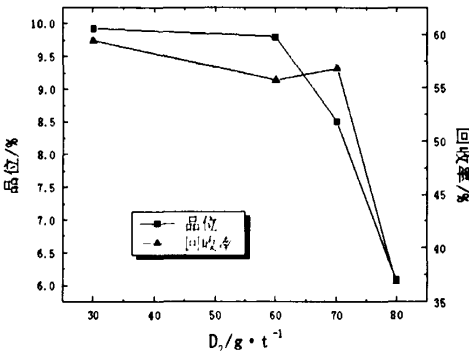


图3 D₂用量对铜品位及回收率的影响

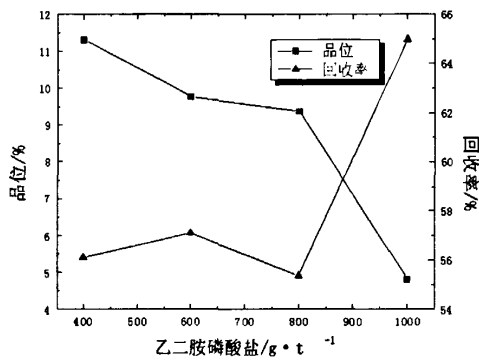


图4 乙二胺磷酸盐用量对铜品位及回收率的影响

在相同的粗选试验条件下,用活化剂硫化钠、 D_2 、乙二胺磷酸盐分别进行浮选,试验结果分别见图2、3、4。

从图2、3、4可以看出,硫化钠作为活化剂时相对于 D_2 和乙二胺磷酸盐作活化剂时的铜精矿品位高2%左右,回收率高5%左右;当硫化钠用量为1 kg/t时,精矿含铜11.41%,回收率达到63.3%。

通过以上研究基本可以看,出该矿石具有以下浮选特点:矿石中的氧化矿部分在经过硫化钠硫化后可浮性有很大提升,但是由于矿石中硫化矿部分的矿物成分和嵌布特征相对复杂,并且硫化钠可能对部分硫化矿物产生了一定的抑制作用,由此可见,该混合铜矿的精矿品位及回收率还可以得到一定的提升。

2.3 捕收剂试验

迄今为止,我国多数选别氧硫混合铜矿的选矿厂,其捕收剂大多采用丁基黄药,而丁铵黑药与其相比,捕收能力低,选择性强,在复杂的硫化矿分离中,因其有较好的选择性被广泛采用。

此外,国内外的研究与试验证明,对某些矿石来说,混合捕收剂的应用比单独选用某一捕收剂常常呈现出较好的选别效果。这是因为药剂之间、药剂与矿物之间彼此交互作用,促进和强化其过程而产生“协同效应”的结果^[2]。

为了进一步提高浮选指标,我们进行了捕收剂对比试验:一种是丁基黄药,第二种是丁铵黑药,第三种是丁基黄药和丁铵黑药组成的混合捕收剂。

在相同的粗选试验条件下,用丁基黄药、丁铵黑药以及二者组成的混合捕收剂分别进行浮选的试验结果见表3。丁基黄药用量试验结果见图5。

表3 捕收剂对比试验结果

捕收剂	用量/ $g \cdot t^{-1}$	精矿品位/%	回收率/%
黄药	50	9.410	63.07
丁铵黑药	50	6.010	61.04
黄药 + 丁铵黑药	30 + 20	9.400	59.80

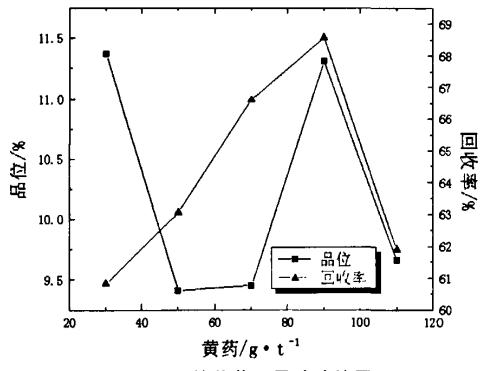


图5 丁基黄药用量试验结果

从表3可以看出,丁基黄药作为捕收剂时相对于丁铵黑药和混合捕收剂作用时的铜精矿品位分别高3.4%、0.01%,回收率高2%以上;当丁基黄药用量为50 g/t时,精矿含铜9.41%,回收率达到63.07%。

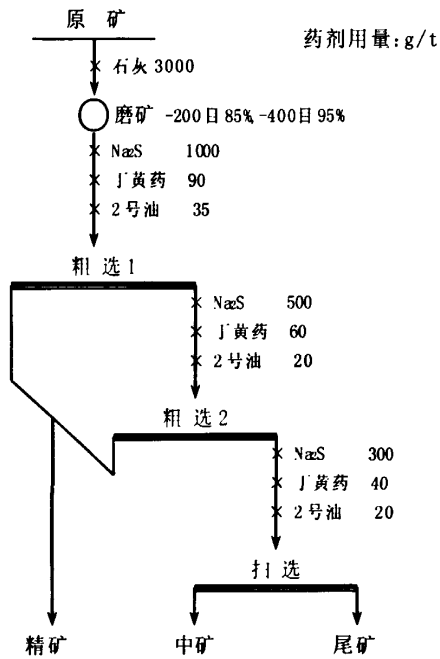


图6 磨矿细度校核试验工艺流程

2.4 磨矿细度校核试验

参考以上试验结果,考虑到该矿物中氧化矿部分常和褐铁矿互相嵌布密切,硫化矿嵌布粒度很细,这些因素会对浮选产生一定影响。因此,进行磨矿细度校核试验。选别流程见图6,试验结果见表4。

表4 磨矿细度校核试验结果

磨矿细度	产品	品位/%	回收率/%
-200目85%	精矿	9.40	55.03
-400目93%	精矿	4.78	88.24

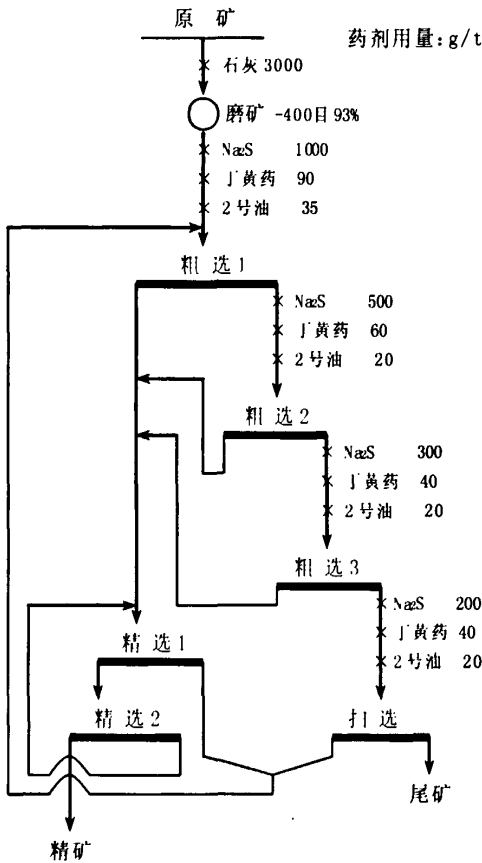


图7 闭路试验工艺流程

由表4可知,当磨矿细度-400目为93%时,铜精矿回收率较细度为-200目85%时有很大提升。可见该氧硫混合铜矿中的铜矿物在较细的磨矿细度下才能得到更好解离。

2.5 闭路试验

在优化工艺条件及开路试验的基础上,进行闭路试验。闭路试验对原矿进行细磨,然后采用一次粗选、三次扫选、两次精选的工艺流程,试验流程如图7,结果见表5。

表5 闭路试验结果

产品名称	产率/%	品位/%	回收率/%
尾矿	97.49	0.119	15.86
原矿	100.00	0.732	100.00

试验结果表明,在该工艺流程及药剂条件下,可获得精矿含铜24.57%,铜回收率84.14%,浮选指标较为理想。

3 结论

(1)该矿样中铜的嵌布粒度很细。各种硫化铜矿物分别与白云石、黄铁矿共生,或与斑铜矿、黝铜矿连生。当磨矿细度-400目占93%时大部分铜矿物才能达到单体解离。

(2)本研究强化了磨矿,采用三次粗选、一次扫选、两次精选的流程,以硫化钠为活化剂,丁基黄药为捕收剂,2#油为起泡剂,在93%-400目入选细度下,获得了铜精矿品位24.57%、回收率84.14%的浮选指标。

参考文献:

[1] 周延熙,徐晓军. 有色金属矿产资源的开发及加工技术(选矿部分)[M]. 昆明:云南科技出版社,2000.
[2] 叶国华. 云南德钦羊拉难选铜矿浮选工艺研究[D]. 昆明:昆明理工大学,2007.