

甘肃某铜矿选矿新药剂应用

徐飞飞¹, 杨成成²

(1. 西北矿冶研究院, 甘肃 白银 730900; 2. 白银有色集团股份有限公司, 甘肃 白银 730900)

摘要:甘肃某铜矿为单一含铜浸染状黄铁矿石, 以原生硫化铜矿为主, 主要金属矿物为黄铜矿和黄铁矿。工艺矿物学研究结果表明, 部分呈单体解离状态的细粒级铜矿物和黄铜矿富连生体进入尾矿是导致铜矿物损失的主要原因。通过试验研究, 在不改变现场生产流程的情况下, 采用捕收能力较强的新型捕收剂 D60, 小型试验和矿浆样验证试验均取得了良好的技术指标, 与生产现场使用药剂相比, 采用新型捕收剂可使铜回收率提高 1% 以上, 创造良好的经济效益, 具有广泛推广应用价值。

关键词:黄铜矿; 捕收剂 D60; 细粒级; 富连生体

doi:10.3969/j.issn.1000-6532.2016.04.008

中图分类号:TD952 文献标志码:A 文章编号:1000-6532(2016)04-0035-05

甘肃某铜矿为单一含铜浸染状黄铁矿石, 矿石以原生硫化铜矿为主, 矿石中主要金属矿物为黄铁矿和黄铜矿。该铜矿目前现场生产技术指标稳定, 但通过矿石性质研究发现, 矿石中黄铜矿粒度分布不均匀, 且部分黄铜矿与其他硫化矿及脉石嵌布关系复杂, 磨矿过程中部分铜矿物易发生过磨, 而现场使用的丁基黄药对细粒级的铜矿物捕收效果较差, 导致部分呈单体解离状态的细粒级铜矿物进入尾矿; 同时尾矿解离度检测结果表明, 尾矿中还含有 2.1% 黄铜矿富连生体。针对该矿石的性质特点, 在不改变现场原则流程的前提下, 采用新型捕收剂 D60 对其进行选别, 小型试验和矿浆样验证试验均取得了良好的技术指标, 新药剂方案铜回收率较现场药剂方案铜回收率提高 1% 以上。

1 矿石性质

矿石中主要金属矿物为黄铁矿、黄铜矿, 及少量铜蓝、闪锌矿、方铅矿、钛铁矿、磁黄铁矿等; 非金属矿物以石英、绿泥石、绢云母和方解石为主。矿石以原生硫化铜矿为主, 占总储量的 88.5%, 氧化铜矿只占总储量 1%, 其余为次生硫化铜矿。黄铜矿粒度分布不均匀, 部分黄铜矿嵌布粒度较细。黄铜矿与黄铁矿、磁铁矿、钛铁矿等的连生体以毗邻连生为主, 黄铜矿与黄铁矿、磁铁矿与脉石的三连体较少,

以脉石中包裹黄铜矿和黄铁矿、磁铁矿为主, 少量三者毗邻连生。原矿化学多元素分析结果见表 1, 铜物相分析结果见表 2。

表 1 化学多元素分析结果/%

Table 1 Chemical analysis results of multi-elements

Cu	Pb	Zn	S	Fe	SiO ₂
0.72	0.026	0.12	1.81	7.73	65.53
Al ₂ O ₃	TiO ₂	CaO	MgO	As	
10.33	0.17	0.52	4.16	<0.05	

表 2 铜物相分析结果

Table 2 Analysis results of copper phase

相别	氧化铜	次生铜	原生铜	总铜
含量/%	0.02	0.05	0.65	0.72
占有率/%	2.78	6.94	90.28	100.00

2 结果与讨论

为了查明铜损失的原因, 本次试验研究首先在现场工艺流程条件优化的基础上进行了小型闭路试验, 并对其闭路试验产品进行了产品检查, 由产品检查结果得知, 现场采用的捕收剂对细粒级矿物捕收能力不足, 导致部分呈单体解离状态的细粒级铜矿物进入尾矿, 同时尾矿中还含有少量黄铜矿富连生体没有被有效回收。本次试验的重点是针对该矿石性质特点进行铜矿物捕收剂和起泡剂的研究, 加强细粒级铜矿物及富连生体的回收, 从而减少载金矿

收稿日期:2015-10-08

作者简介:徐飞飞(1986-), 女, 选矿助理工程师, 主要从事选矿工艺和选矿药剂研究工作。

物在尾矿中的损失,达到提高铜回收率的目的。

2.1 磨矿细度试验

由矿石性质研究可知,黄铜矿粒度分布不均匀,并且部分黄铜矿与其他矿物嵌布关系复杂。因此,合理的磨矿细度是提高铜回收率的关键。为寻找适合该矿石的最佳磨矿条件,以现场工艺流程为基础,固定石灰用量 2000 g/t,黄药用量 80 g/t,2#油用量 20 g/t,进行磨矿细度试验。试验流程及条件见图 1,试验结果见图 2。

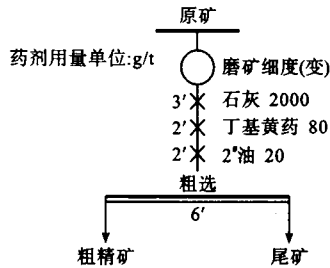


图 1 磨矿细度试验流程

Fig. 1 Test process of grinding fineness

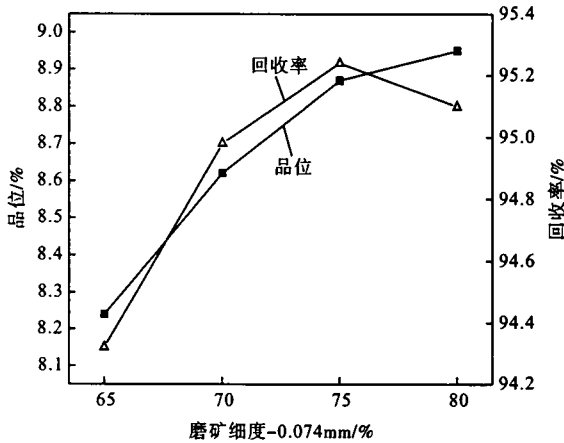


图 2 磨矿细度试验结果

Fig. 2 Test results of grinding fineness

由图 2 可知,当磨矿细度小于-0.074 mm 75% 时,随着磨矿细度增加,铜品位呈上升趋势,回收率逐渐提高;当磨矿细度超过-0.074 mm 75% 时,随着磨矿细度增加,铜回收率略有降低。分析认为,当磨矿细度小于-0.074 mm 75% 时,随着磨矿细度增加,铜矿物单体解离度增加,铜品位随之提高。而由于铜矿物粒度分布不均匀,当磨矿细度超过-0.074 mm 75% 时,部分铜矿物发生过磨,现场使用的丁基黄药无法有效捕收这部分粒级较细的铜矿物,造成铜回收率呈下降趋势。当磨矿细度为-0.074 mm 75% 时,大部分铜矿物已单体解离,故磨矿细度

为-0.074 mm 75% 为较优选择。

2.2 捕收剂选择试验

由试验研究结果可知,当磨矿细度为 75% - 0.074 mm 时,大部分铜矿物已单体解离,但会有部分铜矿物发生过磨,而现场使用的丁基黄药对细粒级的铜矿物捕收效果较差,导致部分呈单体解离状态的细粒级铜矿物进入尾矿,这是影响铜回收率的主要原因。为解决此问题,本试验从对细粒级铜矿物的捕收及对铜矿物连生体的选择性捕收两方面入手,进行了大量的探索试验,最终研发出一种新型高效捕收剂 D60,为验证新型捕收剂 D60 的优异性,选择了常用的几种高级黄药及酯类捕收剂进行捕收剂选择试验,固定磨矿细度为-0.074 mm 75%,石灰用量为 2000 g/t,2#油用量为 20 g/t,进行捕收剂种类试验,试验结果见表 3。

表 3 捕收剂种类试验结果

Table 3 Test results of types of collectors

捕收剂种类及用量/(g·t ⁻¹)	产品名称	产率/%	铜品位/%	铜回收率/%
现场丁黄药:80	粗精矿	7.73	8.85	95.25
	尾矿	92.27	0.037	4.75
	原矿	100.00	0.72	100.00
戊基黄药:80	粗精矿	7.69	8.82	95.45
	尾矿	92.31	0.035	4.55
	原矿	100.00	0.71	100.00
异戊基黄药:80	粗精矿	7.76	8.87	95.64
	尾矿	92.24	0.034	4.36
	原矿	100.00	0.72	100.00
酯-105:60	粗精矿	6.79	9.96	95.78
	尾矿	93.21	0.032	4.22
	原矿	100.00	0.71	100.00
43#:100	粗精矿	6.28	10.59	91.26
	尾矿	93.72	0.068	8.74
	原矿	100.00	0.73	100.00
D60:80	粗精矿	7.76	8.90	96.40
	尾矿	92.24	0.028	3.60
	原矿	100.00	0.72	100.00

由表 3 可知,异戊基黄药与戊基黄药比较,在粗精矿品位相当的情况下,回收率略有提高,异戊基黄药性能优于戊基黄药;异戊基黄药与现场使用的丁基黄药比较,回收率提高了 0.29%,说明高级黄药虽然在捕收性能方面有所提高,但尾矿含铜量没有明显降低,回收率提高不明显。酯-105 与现场使用的丁基黄药比较,粗精矿品位有所提高,回收率提高了 0.53%,尾矿含铜量降低了 0.005%,但酯类捕收剂成本较黄药类捕收剂成本较高,经济效益较差。

而新型捕收剂 D60 与现场使用丁基黄药比较,粗精矿铜回收率提高了 1.15%,尾矿含铜量降低了 0.009%,说明新型捕收剂 D60 有利于提高矿产资源的综合利用率,同时新型捕收剂 D60 属于复合型黄药捕收剂,成本低于酯类捕收剂,经济效益良好。综上所述,选择 D60 作为捕收剂。

2.4 石灰用量试验

固定磨矿细度为 75% -0.074 mm,捕收剂 D60 用量 80 g/t,2#油用量 20 g/t,进行石灰用量试验,试验结果见图 4。

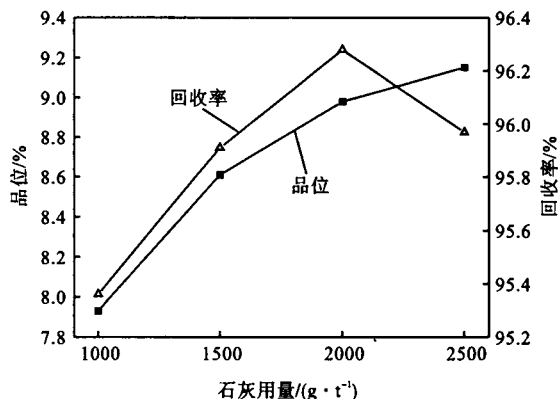


图4 粗选石灰用量试验结果

Fig.4 Test results of the dosage of roughing lime

图4结果表明,随着石灰用量的增加,粗精矿品位呈上升趋势,当石灰用量超过 2000 g/t 时,粗精矿回收率有所降低,综合考虑,石灰用量为 2000 g/t。

2.3 捕收剂 D60 用量试验

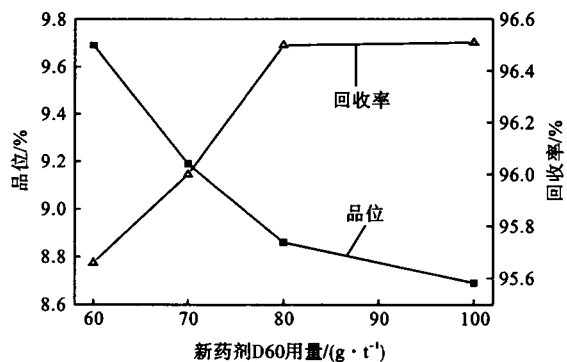


图3 新药剂 D60 用量试验结果

Fig.3 Test results of the dosage of new reagent D60

为确定新型捕收剂 D60 的较佳用量,进行了捕收剂用量试验,固定磨矿细度为 75% -0.074 mm,石灰用量为 2000 g/t,2#油用量为 20 g/t。进行捕收剂 D60 用量试验,试验结果见图 3。

图3结果表明,随着 D60 用量的增加,粗精矿

回收率随之提高,当用量从 80 g/t 增加至 100 g/t,铜回收率不再提高,综合考虑技术经济等因素,确定 D60 较佳用量为 80 g/t。

2.5 闭路试验

在条件优化试验的基础上,进行现场药剂闭路试验和新药剂 D60 闭路试验,试验流程见图 5,闭路试验结果见表 4。

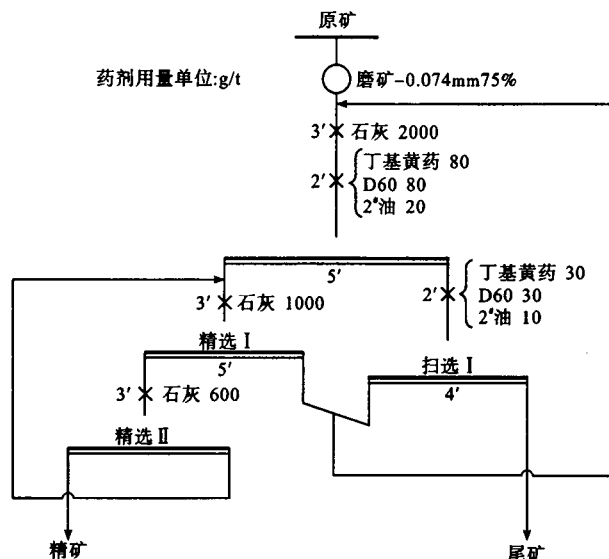


图5 闭路试验流程

Fig.5 Process of closed-circuit test

表4 闭路试验结果对比

Table 4 Contrast results of closed-circuit test

试验方案	产品名称	产率/%	铜品位/%	铜回收率/%
现场药剂	铜精矿	3.77	18.22	95.20
	尾矿	96.23	0.036	4.80
	原矿	100.00	0.72	100.00
新型捕收剂	铜精矿	3.77	18.43	96.40
	尾矿	96.23	0.027	3.60
	原矿	100.00	0.72	100.00

由表4结果可知,与生产现场药剂相比,采用新型捕收剂 D60,在精矿品位相当的情况下,精矿回收率提高 1.20%,可有效减少金属铜在尾矿中的损失,提高铜回收率。

3 验证试验

为了验证小型试验研发的新药剂及药剂制度是否适用于现场,在小型试验的基础上,进行了矿浆样小型验证试验。矿浆样取自生产现场二段磨矿旋流器溢流,为了确保新药剂制度的适应性,进行了三批次矿浆样验证试验,以保证验证试验结果准确可靠。根据前期实验室小型试验确定的药剂制度首先进行

了条件优化试验,根据条件优化试验确定的较佳药剂制度及药剂用量进行了验证试验,现场药剂方案和新药剂方案矿浆样验证试验流程及条件见图 5,试验结果见表 5。

表 5 矿浆样闭路试验对比结果

Table 5 Contrast results of closed-circuit test of pulp samples

矿浆样批次	试验方案	产品名称	产率/%	铜品位/%	铜回收率/%
第一批: 磨矿细度 72.5% -0.074mm Cu 品位 0.67%	现场药剂	铜精矿	3.50	18.22	95.24
		尾矿	96.50	0.033	4.76
		原矿	100.00	0.67	100.00
	新型捕收剂	铜精矿	3.50	18.43	96.26
		尾矿	96.50	0.026	3.74
		原矿	100.00	0.67	100.00
第二批: 磨矿细度 71.8% -0.074mm Cu 品位 0.58%	现场药剂	铜精矿	3.05	18.13	95.32
		尾矿	96.95	0.028	4.68
		原矿	100.00	0.58	100.00
	新型捕收剂	铜精矿	3.05	18.36	96.33
		尾矿	96.95	0.022	3.67
		原矿	100.00	0.58	100.00
第三批: 磨矿细度 73.6% -0.074mm Cu 品位 0.74%	现场药剂	铜精矿	3.72	18.98	95.44
		尾矿	96.28	0.035	4.56
		原矿	100.00	0.74	100.00
	新型捕收剂	铜精矿	3.72	19.25	96.50
		尾矿	96.28	0.027	3.50
		原矿	100.00	0.74	100.00

表 5 试验结果可知,新药剂方案铜回收率较现场药剂方案铜回收率均提高 1% 以上,这与前期矿石样小型试验研究结果相符。由此可见,新药剂方案可有效提高铜回收率。

4 结 论

(1) 矿石以原生硫化铜矿为主,占总储量的 88.5%,氧化铜矿只占总储量 1%。矿石中主要回收矿物是黄铜矿,黄铜矿粒度分布不均匀,部分黄铜矿嵌布粒度较细。目前现场生产技术指标较稳定,但部分粒度较细的铜矿物发生过磨导致部分呈单体解离状态的细粒级铜矿物进入尾矿,同时尾矿中还含有 2.1% 黄铜矿富连生体。通过对药剂制度及工艺参数的优化,选矿技术指标得到了进一步的提升。

(2) 经过大量的探索试验及详细条件试验,最终研发出一种新型捕收剂 D60,并确定了相应的药剂制度和较佳工艺条件。新药剂制度闭路试验与现场药剂制度闭路试验比较,在精矿品位相当的情况下,精矿铜回收率提高 1.20%。

(3) 由矿浆样验证试验结果可知,新药剂方案铜回收率较现场药剂方案铜回收率提高 1% 以上,这与前期矿石样小型试验研究结果相符。由此可

见,新药剂方案可有效提高铜回收率。

(4) 新型捕收剂 D60 是一种新型高效复合型黄药类捕收剂,捕收能力较强,它不仅强化了对细粒级铜矿物的捕收效果,可有效回收呈单体解离状态的黄铜矿,减少黄铜矿在尾矿中的损失,提高铜回收率;同时对黄铜矿富连生体具有良好的选择捕收性能,能有效的回收矿石中的黄铜矿-黄铁矿富连生体,提高了矿产资源综合利用率;同时新型捕收剂 D60 与现场所用丁基黄药使用方法及用量基本相同,易于工业运用。

参考文献:

- [1] 焦科诚. 云南羊拉某低品位细粒级难选铜矿选矿试验研究[J]. 有色矿冶, 2013, 29(1): 23-25.
- [2] 王昌良, 廖祥文, 饶系英, 等. 西藏某铜矿选矿试验研究[J]. 矿产综合利用, 2006(5): 3-6.
- [3] 谢贤, 童雄, 张汉平, 等. 云南某铜矿选矿试验研究[J]. 云南冶金, 2008, 37(6): 25-27.
- [4] 吴熙群, 李成必, 何国勇, 等. 提高铜硫矿石选矿指标的有效途径[J]. 有色金属: 选矿部分, 2005(1): 1-5.
- [5] 胡熙庚. 有色金属硫化矿选矿[M]. 北京: 冶金工业出版社, 1987.
- [6] 胡为柏. 浮选[M]. 北京: 冶金工业出版社, 1983.

(下转 42 页)

选+尾矿氰化浸出工艺金回收率提高 13.8%。目前选厂正在按此推荐流程进行设备安装和调试。

3 结 论

(1) 该矿为含砷含锑的微细粒浸染型难处理金矿,金的赋存状态较为复杂,再加上矿石中多种易泥化矿物的影响,采用单一的选矿方法或者传统的浮选流程结构,金回收率很难提高。

(2) 通过多种流程结构试验研究,最终推荐原矿磨矿细度-0.074 mm 75% 条件下浮选一中矿再磨氰化浸出的选矿工艺,避免中矿返回矿泥引起的浮选恶化现象,从而快速得到金精矿产品。经过该

流程选别,金精矿金品位 50.21 g/t,金总回收率 78.81%,经济效益显著提高。

参考文献:

- [1] 张立征. 甘肃某微细粒浸染型难处理金矿选矿试验研究[J]. 矿冶工程, 2011(4): 36-38.
- [2] 杨子轩, 谢贤, 童雄, 等. 含锑金矿回收方法研究现状[J]. 矿产综合利用, 2015(3): 20-23.
- [3] 许庆砚, 李程伟, 苏惠民. 印尼某难选冶金矿石选矿试验研究[J]. 黄金, 2015(4): 59-62.
- [4] 刘亮, 吴师金, 周渝. 江西遂川某高品位金矿石重-浮-浸工艺试验[J]. 矿产综合利用, 2015(4): 24-26.

Experimental Study on Mineral Processing of a Refractory Gold Ore

Sun Xiaohua¹, Ba Huiwen², Xiong Xin¹, Zhao Yuqing¹

(1. Qinghai Provincial Geology and mineral Resources test application Center, Xining, Qinghai, China;

2. China University of Geosciences(Wuhan) Material Institute, Wuhan, Hubei, China)

Abstract: The gold minerals of a gold ore in Gansu are mainly natural gold, the main metal minerals are mainly pyrite, arsenopyrite, stibnite, limonite. 24.88% of gold in submicroscopic or micro inclusions exists in the pyrite, arsenopyrite and other sulfide minerals, 10.87% of the gold in form of micro inclusions hosted in quartz and limonite, antimony ore gangue minerals. Directed at a fine grained disseminated arsenic and antimony-containing refractory gold ore, through detailed research and test conditions for testing the structure of different processes used in ore flotation+regrinding cyanide leach beneficiation process, the gold concentrate with gold grade of 50.21 g/t and total recovery of 78.81% was obtained, achieving a high gold recovery.

Keywords: Fine grained disseminated; Arsenic and antimony; Process structure

(上接 38 页)

Research on Application of Dressing New Reagent For a Copper Ore in Gansu

Xu Feifei¹, Yang Chengcheng²

(1. Northwest Research Institute of Mining and Metallurgy, Baiyin, Gansu, China;

2. Baiyin Nonferrous Metals Group Co., Ltd., Baiyin, Gansu, China)

Abstract: A Copper ore in Gansu is a single disseminated pyrite containing copper. The primary copper sulfide is the main ore and chalcopyrite and pyrite are the main metal minerals. The process mineralogy research results showed that some liberated chalcopyrite and rich aggregate were into tailings, which is the main cause of copper loss. Through the experimental research, The good technical index of small scale tests and pulp sample tests was obtained by a new reagent D60 as the collector. Without changing the situation of the production process, by using this new type collector, the copper recovery was improved above 1%, compared with the on-site production, which creates good economic benefits and has high application value.

Keywords: Chalcopyrite; D60 collector; Fine-grained; Rich aggregate