

某大型铜钼矿提高微细粒铜回收率试验研究^①

程平轩

(中铁资源集团有限公司,北京 100039)

摘要:为提高某大型铜钼矿微细粒铜浮选指标,进行了铜浮选药剂和工艺试验研究,考察了捕收剂种类及用量、擦洗及脱泥新工艺对浮选指标的影响。结果表明,在适宜的药剂制度及新工艺条件下,铜浮选闭路试验可获得铜精矿品位 23.22%、铜回收率 89.10% 的较好指标。

关键词:铜钼矿; 擦洗; 闭路试验; 浮选; 铜精矿; 铜回收率

中图分类号: TD923

文献标识码: A

doi: 10.3969/j.issn.0253-6099.2023.02.018

文章编号: 0253-6099(2023)02-0078-03

Improving Flotation Recovery of Fine Copper Minerals in Large Copper-Molybdenum Mine

CHENG Pingxuan

(China Railway Resources Group Co Ltd, Beijing 100039, China)

Abstract: To improve the copper flotation indices of a large copper-molybdenum mine, experimental studies on reagent regime and beneficiation process were carried out, and the influences of collector type and dosage, scrubbing and desliming parameters on flotation indices were investigated. The results of a closed-circuit test of copper flotation show that a copper concentrate with Cu grade of 23.22% can be obtained at 89.10% recovery under the optimal reagent system and renewed process conditions.

Key words: copper-molybdenum ore; scrubbing; closed-circuit test; flotation; copper concentrate; copper recovery

随着现代社会科技和经济的发展,铜资源需求量日益增加。我国属于铜资源紧缺的国家,且铜资源缺口日益增大^[1]。我国铜资源储量少、贫矿多,其中还有大量难处理氧化铜矿,整体选别难度大^[2-6]。

某大型铜钼矿钼品位 0.1%、铜品位 0.015%,主要回收辉钼矿,铜钼分离浮选尾矿用于回收铜。该尾矿中铜粒级过细、品位较低,可浮性差,导致铜精矿品位及回收率达不到要求。为在铜精矿铜品位达到 16% 以上的前提下提高铜回收率及资源利用率,本文进行了药剂和工艺试验研究,旨在为工业生产提供指导依据。

铜矿形式存在,铁矿物主要以黄铁矿、磁黄铁矿形式存在;脉石矿物主要为石英、方解石、绿泥石等。黄铜矿嵌布粒度较细,集中分布在 0.02 mm 以下。试样化学多元素和矿物组成分析结果分别如表 1 和表 2 所示。

表 1 试样化学多元素分析结果(质量分数) %

Cu	Mo	S	Pb	Zn	Fe	Ti
0.94	0.04	2.89	0.036	0.098	1.42	0.25
SiO ₂	Al ₂ O ₃	CaO	MgO	K ₂ O	Na ₂ O	C
66.58	10.52	5.32	0.93	3.45	2.98	0.12

表 2 试样矿物组成分析结果(质量分数) %

辉钼矿	黄铜矿	黄铁矿	磁黄铁矿	闪锌矿
0.07	2.48	8.17	1.35	0.05
石英	伊利石	绿泥石	方解石	其他矿物
48.87	6.87	8.32	9.87	13.95

1 试样性质及试验方法

1.1 试样性质

试验用试样为某大型铜钼矿铜钼分离浮选尾矿。该尾矿样主要以硫化矿为主,有用元素主要是钼、铜、铁。钼矿物主要以辉钼矿形式存在,铜矿物主要以黄

① 收稿日期: 2022-10-25

作者简介: 程平轩(1964—),男,江西彭泽人,高级工程师,主要从事选矿技术研究、矿山生产管理和矿业研发管理工作。

1.2 试验方法

浮选试验在 1.5L XFD 型单槽式浮选机中进行。浮选给矿为现场铜钼分离浮选后的尾矿矿浆, 每次试验用量折算成试样干重 500 g。试验原则流程如图 1 所示。试验所用药剂包括石灰, 水玻璃, 特殊铜捕收剂 EP、Z-200 和 LM01(其中 EP 和 Z-200 为市售药剂, LM01 为自主研发的酯类药剂) 以及常规捕收剂乙基黄药、丁铵黑药等。

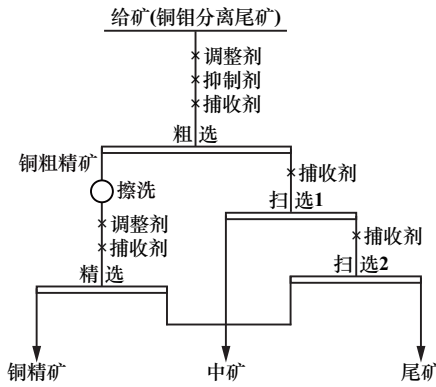


图 1 试验原则流程

2 试验结果与讨论

2.1 条件试验

2.1.1 捕收剂种类试验

在矿浆 pH 值 11, 抑制剂水玻璃用量 600 g/t, 捕收剂粗选、扫选 1 和扫选 2 用量分别为 24、24 和 12 g/t 条件下, 按照图 1 所示流程进行了捕收剂种类试验, 结果见表 3。由表 3 可知, 采用 LM01 作铜捕收剂时, 铜

表 3 铜捕收剂种类试验结果

捕收剂种类	产品名称	产率/%	铜品位/%	铜回收率/%
EP	铜粗精矿	19.32	4.26	92.11
	中矿	7.22	0.57	4.61
	尾矿	73.46	0.04	3.29
	给矿	100.00	0.89	100.00
丁铵黑药	铜粗精矿	17.23	4.78	89.07
	中矿	7.56	0.74	6.05
	尾矿	75.21	0.06	4.88
	给矿	100.00	0.92	100.00
乙基黄药	铜粗精矿	18.55	4.36	92.63
	中矿	7.13	0.59	4.82
	尾矿	74.32	0.03	2.55
	给矿	100.00	0.87	100.00
LM01	铜粗精矿	19.55	4.93	93.25
	中矿	7.09	0.57	3.91
	尾矿	73.36	0.04	2.84
	给矿	100.00	1.03	100.00
Z-200	铜粗精矿	19.32	4.53	91.00
	中矿	7.22	0.69	5.18
	尾矿	73.46	0.05	3.82
	给矿	100.00	0.96	100.00

粗精矿品位达到了 4.93%、铜作业回收率 93.25%, 指标较为理想。后续选用 LM01 作铜捕收剂。

2.1.2 捕收剂用量试验

以 LM01 为铜捕收剂, 进行了 LM01 用量试验, 结果如表 4 所示。由表 4 可知, 随着捕收剂 LM01 用量增加, 铜粗精矿回收率先升高后降低。当 LM01 用量 (24+24+12) g/t 时, 铜粗精矿回收率与铜品位指标较好。

表 4 捕收剂 LM01 用量试验结果

LM01 用量/(g · t ⁻¹)	产品名称	产率/%	铜品位/%	铜回收率/%
12	铜粗精矿	15.44	5.10	82.24
	中矿	7.24	0.64	4.84
	尾矿	77.32	0.16	12.92
	给矿	100.00	0.96	100.00
	粗选	12		
18	铜粗精矿	16.32	4.80	85.31
	中矿	8.69	0.43	4.07
	尾矿	74.99	0.13	10.62
	给矿	100.00	0.92	100.00
	粗选	18		
24	铜粗精矿	17.32	4.90	91.85
	中矿	7.22	0.52	4.06
	尾矿	75.46	0.05	4.08
	给矿	100.00	0.92	100.00
	粗选	24		
30	铜粗精矿	16.77	4.90	87.88
	中矿	5.32	0.52	2.96
	尾矿	77.91	0.11	9.16
	给矿	100.00	0.94	100.00
	粗选	30		

2.1.3 粗精矿擦洗时间试验

受铜钼分离阶段铜抑制剂的影响, 铜钼分离尾矿再次选别时铜矿物可浮性极差。为了使目的矿物露出新鲜表面、提高铜精矿品位, 采用 ZJM-150 搅拌球磨机对铜粗精矿进行擦洗处理, 试验流程如图 2 所示, 试验结果见表 5。由表 5 可知, 随着粗精矿擦洗时间增加, 铜精矿指标逐渐升高, 擦洗 6 min 时, 铜精矿品位达到了 18.06%、回收率达到了 42.88%。本试验条件下, 擦洗时间 6 min 为宜。

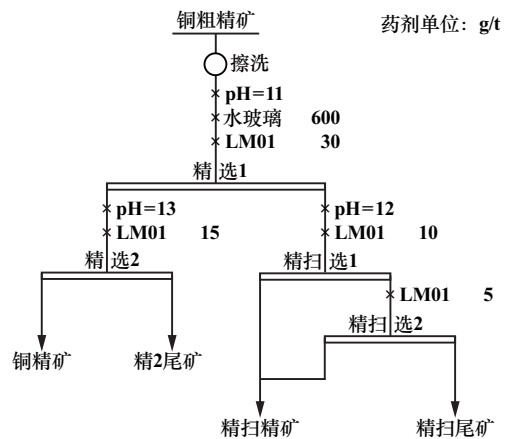


图 2 擦洗试验流程

由表5可知,经高压辊磨后的产品比颚式破碎后的产品可磨性更好,所需能耗平均每吨低3.54 kWh。

由图11可知,当磨矿细度-0.074 mm 粒级占60%时,高压辊磨破碎产品和颚式破碎产品磨矿所需时间分别为2.0 min和3.1 min。产品中-0.074 mm 粒级占60%时的可磨度 $K=3.1/2.0=1.55$,表明在该给料粒度情况下,高压辊磨破碎产品比颚式破碎产品可磨度提高了55.0%。当磨矿细度-0.074 mm 粒级占80%时,高压辊磨破碎产品和颚式破碎产品磨矿所需时间分别为5.4 min和7.2 min,即磨矿细度-0.074 mm 粒级占80%时的可磨度 $K=7.2/5.4=1.333$,高压辊磨破碎产品比颚式破碎产品可磨度提高了33.3%。

3.4 浮选试验

对高压辊磨磨矿产品和颚式破碎产品分别磨至-0.074 mm 粒级占75%后进行浮选试验,浮选矿浆浓度25%,pH值7.5,捕收剂乙基钾黄药用量60 g/t,起泡剂松油醇用量15 g/t,试验结果如表6所示。

表6 浮选试验结果

破碎方式	产品名称	产率/%	品位/%			回收率/%		
			Fe	Cu	S	Fe	Cu	S
高压辊磨	精矿	21.09	27.89	1.561	8.71	15.97	81.79	79.8
	尾矿	78.81	39.28	0.093	0.59	84.03	18.21	20.2
	给矿	100.00	36.83	0.425	2.302	100.00	100.00	100.00
颚式破碎	精矿	19.09	28.7	1.504	8.75	14.04	79.23	78.36
	尾矿	80.91	41.46	0.093	0.57	85.96	20.77	21.64
	给矿	100.00	39.02	0.362	2.131	100.00	100.00	100.00

从表6可以看出,经过高压辊磨的铜回收率比颚式破碎高2.56个百分点,铁回收率高1.93个百分点,硫回收率高1.44个百分点。

4 结 论

1) 对大冶铁矿选矿厂细碎筛下产品进行了高压辊磨试验,确定适宜的工艺参数为:辊间压力10 MPa,辊面转速0.26 m/s,给料水分2%。

2) 3 mm 高压辊磨闭路试验中,在第4次循环时

达到平衡,循环负荷为49.7%,-0.074 mm 粒级占比为14.68%。5 mm 高压辊磨闭路试验中,在第3次循环时达到平衡,循环负荷为23.1%,-0.074 mm 粒级占比为11.42%。

3) 高压辊磨-3 mm 粒级产品邦德球磨功指数为12.11 kWh/t,颚式破碎-3 mm 粒级产品邦德球磨功指数为15.65 kWh/t;经过高压辊磨破碎后,黄铜矿和磁铁矿解离度分别提高了3.69和1.06个百分点;磨矿细度-0.074 mm 粒级占60%时,高压辊磨产品可磨度提高了55.0%;磨矿细度-0.074 mm 粒级占80%时,高压辊磨产品可磨度提高了33.3%;相同粒度下(-0.074 mm 粒级占75%),高压辊磨破碎后浮选的铜、铁、硫回收率比颚式破碎分别高2.56、1.93、1.44个百分点。

参考文献:

- [1] 刘建远. 再谈高压辊磨机在矿物加工领域的应用[J]. 有色金属(选矿部分), 2016(5):66-72.
- [2] 魏波,张宪伟,李丽匣,等. 高压辊磨机粉碎工艺国外应用进展与发展趋势[J]. 金属矿山, 2021(10):1-11.
- [3] 余良晖,冯丹丹,苏轶娜. 当前矿产资源形势与风险分析[J]. 国土资源情报, 2020(4):31-35.
- [4] 朱泊翰,张鹏羽,欧乐明,等. 高压辊磨对低品位金矿浮选的影响研究[J]. 矿冶工程, 2022,42(3):80-83.
- [5] 张建乐,黄业豪,王誉树,等. 单传动辊压机破碎极贫磁铁矿石产品粒度特性研究[J]. 矿冶工程, 2021,41(5):71-74.
- [6] 李晓慢,马英强,朱加乾,等. 高压辊磨技术在有色金属矿山中的应用现状及前景[J]. 现代矿业, 2015(10):63-65.
- [7] 余祖芳,谢毅龄. 提高马坑铁矿选矿生产能力的实践[J]. 福建冶金, 2019(4):1-5.
- [8] 郑明,袁永宝. 高压辊磨机在我国金属矿山的应用与前景展望[J]. 冶金管理, 2020(11):100-101.
- [9] 黄春源,董晶晶. 大冶铁矿选矿厂洗矿工艺改造实践[J]. 现代矿业, 2018(6):149-151.
- [10] 刘磊. 贫赤铁矿石高压辊磨机粉碎-高效分选技术研究[D]. 沈阳:东北大学资源与土木工程学院, 2012.

引用本文: 王中才,陈兴,韦东,等. 高压辊磨对大冶铁矿碎磨能耗及分选的影响[J]. 矿冶工程, 2023,43(2):81-85.

(上接第80页)

- [2] 彭芬兰,杨家文,周四,等. 某难选低品位铜矿的选矿工艺研究[J]. 昆明冶金高等专科学校学报, 2011,27(3):4-7.
- [3] 何庆浪,韩彬,童雄,等. 组合捕收剂浮选低品位铜矿的试验研究[J]. 矿产保护与利用, 2015(5):29-33.
- [4] 周利华. 某复杂铜硫矿浮选分离与综合回收试验研究[J]. 矿冶工程, 2020(1):77-80.
- [5] 张曙光,汤优优. 云南某高硫铜矿选矿工艺优化研究[J]. 云南冶

金, 2015,44(6):11-17.

- [6] 符剑刚,钟宏,欧乐明. 巯基乙酸在铜铅分离中的应用[J]. 矿冶工程, 2012,22(4):13-16.

引用本文: 程平轩. 某大型铜钼矿提高微细粒铜回收率试验研究[J]. 矿冶工程, 2023,43(2):78-80.