

肃北某金矿浮选尾矿尼尔森重选实验

刘坤, 王婷霞, 李健民

(西北矿冶研究院, 甘肃 白银 730900)

摘要: 肃北某金矿选厂采用浮选工艺处理原矿石, 近期由于原矿性质变化较大, 金嵌布粒度变粗, 造成选厂跑尾严重, 尾矿金品位约为 0.70~0.90 g/t。工艺矿物学研究表明其主要金属矿物为黄铁矿、黄铜矿, 主要脉石矿物为石英、长石、高岭土等, 矿物组成较复杂。从尾矿筛析结果来看, 金主要以粗、中粒金为主, 适宜采用尼尔森进行回收。在扩大重力倍数 60 G、流态化水量 3.2 L/min、给矿速度 10 kg/h、原矿品位 0.87 g/t 的条件下, 可以取得金精矿品位 33.42 g/t, 回收率 35.27% 的良好指标。

关键词: 金矿; 浮选尾矿; 尼尔森; 重选

doi:10.3969/j.issn.1000-6532.2022.04.004

中图分类号: TD982 文献标志码: A 文章编号: 1000-6532 (2022) 04-0017-04

尼尔森选矿机是一种较新型的重选设备, 能够强化矿物比重的差异, 从而实现不同矿物的分离, 其具有无污染、富集比大、处理量大等优点, 现已广泛应用于金、钨、锡等矿物的选别^[1-3]。

肃北某金矿矿权范围较大, 区域内矿体小而多, 矿石嵌布粒度不均, 造成选厂生产指标波动较大。选厂原工艺为: 矿石破碎至 70%-74 μm 后, 经“一粗两精一扫”工艺产出合格金精矿。近期, 由于原矿性质变化, 选厂跑尾严重, 尾矿金

品位多在 0.70~0.90 g/t 之间, 造成极大的经济损失。本实验拟利用尼尔森选矿机处理该尾矿, 取得了较好的选矿指标。

1 原矿性质研究

1.1 化学成分分析

以该选厂浮选尾矿作为本次实验矿样, 对其进行化学多元素分析及物相分析, 分析结果分别见表 1、2。

表 1 原矿化学多元素分析结果/%
Table 1 Results of chemistry multi-element analysis of the raw ore

Au*	Cu	Pb	Zn	Fe	S	As
0.87	0.06	0.052	0.037	5.09	1.34	<0.05
Ag*	SiO ₂	CaO	MgO	Al ₂ O ₃	Mn	Sb
0.43	72.54	3.45	0.72	10.46	0.07	<0.01

*单位为: g/t。

表 2 金物相分析结果
Table 2 Gold phase analysis

名称	单体裸露金	连生体	硫化物中包裹金	石英中包裹金	碳酸盐中包裹金	褐铁矿中包裹金	总金
品位/(g·t ⁻¹)	0.53	0.18	0.11	0.03	0.01	0.01	0.87
占有率/%	60.92	20.69	12.64	3.45	1.15	1.15	100.00

收稿日期: 2020-07-01

作者简介: 刘坤 (1988-), 男, 工程师, 硕士, 现主要从事选矿实验、咨询、设计工作。

1.2 矿物组成分析

通过对该矿石矿物组成分析发现，其矿物组成较为复杂，主要金属矿物为黄铁矿，并伴有少量黄铜矿，微量方铅矿、闪锌矿；主要脉石矿物是石英、长石；贵金属矿物为自然金；铜、铅、锌等金属矿物含量较低，没有工业利用价值。

1.3 金赋存状态分析

金矿物主要产出于破碎蚀变强烈的石英-黄铁

矿脉中，硅化、黄铁矿化强的金矿物较为富集，自然金形成与岩浆热液充填、交代有关。

自然金多呈板片状赋存于各种矿物粒间或裂隙中，部分呈细脉状、星点状、滚圆状等以包裹体的形式存在，偶见假六方状自形晶的自然金粒。自然金矿物粒度统计及形态统计分别见表 3、4。

表 3 自然金矿物粒度统计
Table 3 Particle size statistics of the natural gold

粒级	巨粒	粗粒	中粒	细粒	微粒
粒级范围/mm	+0.3	-0.3+0.074	-0.074+0.037	-0.037+0.01	-0.01+0.0005
分布率/%	5.17	40.79	23.83	10.62	19.59

表 4 自然金矿物形态统计
Table 4 Morphology statistics of the natural gold

矿物颗粒形态	滚圆状	板片状	麦粒状	细脉状	枝杈状	星点状	不规则状
含量/%	9.30	35.20	2.40	26.80	7.60	15.00	3.70

从表 3 中可以看出，金嵌布粒径属于粗、中粒金，中粒及以上粒级金占总金的 69.79%，说明由于嵌布粒径变粗导致浮选工艺无法有效回收该部分金属。细粒及微粒金占总金的 30.21%，该粒级部分金资源得到有效回收。

从表 4 可以看出，自然金矿物的形态特征以板片状、细脉状、星点状为主；其他形状则相对较少。

1.4 筛析实验

对选取的浮选尾矿进行筛析实验，实验结果见表 5。

表 5 筛析实验结果
Table 5 Results of screening test

粒级/ μm	产率/%	Au品位/($\text{g}\cdot\text{t}^{-1}$)	Au金属分布率/%
+74	31.07	1.44	51.65
-74+45	16.95	0.69	13.50
-45+37	6.78	0.32	2.50
-37	45.20	0.62	32.35
合计	100.00	0.87	100.00

从表 5 可以看出，金金属主要损失在粗、细粒级部分，其中+74 μm 粒级金属占总金的 51.65%，且其金品位相对较高，有较高回收价值。

2 尼尔森选矿实验

尼尔森选矿机是一种较新型的选别设备，其原理是使矿物处于强化的离心场中，从而增强不同密度矿物的分离效果^[4]。目前，该类设备主要应

用于金、银、铂等大比重贵金属的选别作业，但也逐步在钨矿、锡石、金红石等矿山得到推广^[5-6]。由于处理给矿为浮选尾矿，因此，本次实验不再对磨矿细度进行实验，只进行扩大重力倍数、流态化水量及给矿速度实验，实验采用的工艺流程见图 1。

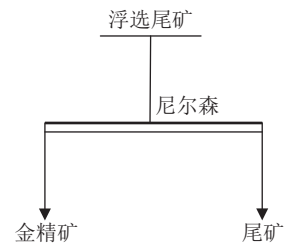


图 1 尼尔森选矿实验流程
Fig.1 Flowsheet of Nelson dressing test

2.1 扩大重力倍数 (G 值) 实验

在流态化水量 3.2 L/min、给矿速度 4 kg/h、矿浆浓度 25%~30% 的条件下，进行扩大重力倍数 (G 值) 实验，实验结果见图 2。

从图 2 可以看出，金精矿品位随扩大重力倍数的增大而升高，回收率则降低，综合考虑，扩大重力倍数以 60 G 为宜。

2.2 流态化水量实验

在扩大重力倍数 (G 值) 60 G、给矿速度 4 kg/h、矿浆浓度 25%~30% 的条件下，进行流态化水量实验，实验结果见图 3。

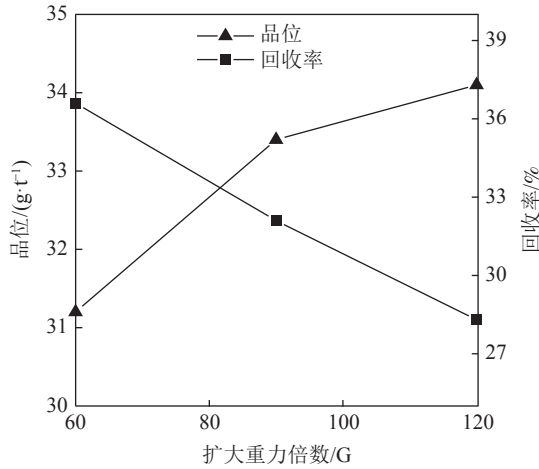


图2 扩大重力倍数实验结果
Fig.2 Results of expanding gravity multiple test

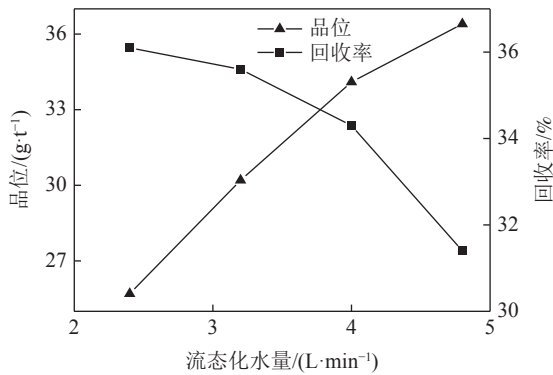


图3 流态化水量实验结果
Fig.3 Results of water flow test

从图3可以看出，金精矿品位随流态化水量的增大而逐渐升高，回收率则逐渐降低，当流态化水量超过3.2 L/min后，回收率降低加快，因此，适宜的流态化水量为3.2 L/min。

2.3 给矿速度实验

在扩大重力倍数(G值)60 G、流态化水量3.2 L/min、矿浆浓度25%~30%的条件下，进行给矿速度实验，实验结果见图4。

从图4可以看出，金精矿品位随给矿速度的增大而逐渐降低，回收率则先增大再减小，为了尽可能地回收金资源，在品位相差不大的情况下，优先考提高回收率，因此，适宜的给矿速度为10 kg/h。

2.4 尼尔森选矿尾矿筛析实验

对尼尔森重选的尾矿进行筛析实验，实验结果见表6。

从表6可以看出，相比于给矿(选厂浮选尾矿)筛析实验结果，经过尼尔森重选后，重选尾矿

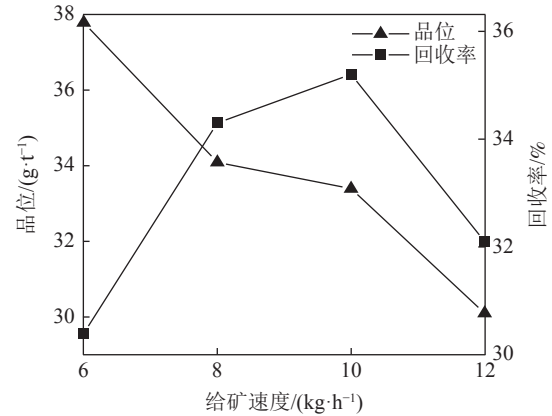


图4 给矿速度实验结果
Fig.4 Results of feeding speed test

表6 尼尔森尾矿筛析实验结果

Table 6 Results of Nelson tailing screening test

粒级/ μm	产率/%	金品位/(g·t ⁻¹)	金属分布率/%
+74	30.39	0.31	16.64
-74+45	16.05	0.49	13.89
-45+37	6.27	0.54	5.98
-37	47.29	0.76	63.49
合计	100.00	0.57	100.00

粗粒级金品位及金属分布率显著降低，说明尼尔森对该粒级选别效果较好，金资源得到了有效回收。

3 结 论

(1) 肃北某金矿由于处理矿石嵌布粒度变化较大，导致尾矿金品位升高，现生产尾矿金品位普遍保持在0.70~0.90 g/t，造成金资源浪费的同时，也损害了企业经济效益。

(2) 通过工艺矿物学研究发现，选厂浮选尾矿中金多以自然金的形式存在，且其嵌布粒度较粗，+74 μm 粒级金品位为1.44 g/t，金属分布率为51.65%，适宜采用尼尔森等重选设备进行回收。

(3) 以选厂浮选尾矿为给矿，在原矿金品位0.87 g/t、扩大重力倍数60 G、流态化水量3.2 L/min、给矿速度10 kg/h的条件下，可以取得金精矿品位33.42 g/t，回收率35.27%的良好指标。

参考文献：

- [1] 黄晟, 吕兵超, 廖银英, 等. 某含金多金属矿尼尔森重选试验研究[J]. 矿产综合利用, 2019(2):51-56.
HUANG S, LV B C, LIAO Y Y, et al. Study on nelson gravity separation of a polymetallic ore bearing gold[J]. Multipurpose Utilization of Mineral Resources, 2019(2):51-56.
- [2] 李长根. 俄罗斯诺里尔斯克镍矿冶公司北极圈分公司镍-

铜-铂族金属矿山[J]. *矿产综合利用*, 2013(6):69-75.

LI C G. Nickel-copper-platinum group metal mine of Arctic circle branch of russian norilsk nickel mining and metallurgy company[J]. *Multipurpose Utilization of Mineral Resources*, 2013(6):69-75.

[3] 赵敏捷, 方建军, 李国栋, 等. 尼尔森选矿机在国内外选矿中的应用与研究进展[J]. *矿产保护与利用*, 2016(4):73-78.

ZHAO M J, FANG J J, LI G D, et al. Application and research progress of Nielsen concentrator in ore beneficiation at home and abroad[J]. *Mineral Resources Conservation and Utilization*, 2016(4):73-78.

[4] 刘静宇. 某金矿重选尾矿回收金、铜的工艺研究[J]. *矿产综合利用*, 2020(1):112-115.

LIU J Y. Recovery of gold and copper from tailings of gravity separation in a gold ore[J]. *Multipurpose Utilization of Mineral Resources*, 2020(1):112-115.

[5] 李军, 王露, 李朋, 等. 西藏某石英脉型金矿选矿试验研究[J]. *中国矿业*, 2018, 27(7):108-111.

LI J, WANG L, LI P, et al. Experimental research on mineral processing of a quartz vein type gold deposit in Tibet[J]. *China Mining*, 2018, 27(7):108-111.

[6] 惠学德, 邹蔚蔚. 尼尔森选矿机的应用与发展[J]. *国外金属矿选矿*, 1994, 31(3):46-50.

HUI X D, ZOU W W. Application and development of Nielsen concentrator[J]. *Foreign Metallic Mineral Processing*, 1994, 31(3):46-50.

Experimental Research on Nelson Gravity Separation from a Gold Mine Flotation Tailings in Subei

Liu Kun, Wang Tingxia, Li Jianmin

(Northwest Research Institute of Mining & Metallurgy, Baiyin, Gansu, China)

Abstract: A gold mine in Subei adopts flotation process to treat ores. Recently, due to the large change of the ore properties, the size of the gold inlay becomes thicker, resulting in gold entering tailings. The gold grade of the tailings is about 0.70~0.90 g/t. Process mineralogical studies show that the main metal minerals are pyrite and chalcopyrite. The mineral composition is more complicated, and the main gangue minerals are quartz, feldspar, kaolin, etc. From the results of tailings screening, gold is mainly composed of coarse and medium-grain, which is suitable for recycling with Nelson. Under the conditions of expanding gravity multiplier 60 G, fluidized water volume 3.2 L/min, feeding rate 10 kg/h, and ore grade 0.87 g/t, a good index of 33.42 g/t gold concentrate grade and 35.27% recovery rate can be obtained.

Keywords: Gold mine; Flotation tailings; Nelson; Gravity separation

(上接第 16 页)

Study on Comprehensive Recovery of Gold, Silver and Copper Associated with Iron Ore in Qinghai

Chen Yong

(Mining and Metallurgical Research and Development Center, China Nonferrous Metals Industry Xi'an Survey and Design Research Institute Co., Ltd., Xi'an, Shaanxi, China)

Abstract: A small amount of gold and silver copper is associated with the iron ore of Qinghai, and the associated minerals reach the recovery standard; the test adopts the first magnetic rear floating and the first floating post-floating magnetic process flow; the first magnetic post-floating process can obtain the iron concentrate containing 68.25 percent of the total iron, 77.48 percent of the iron recovery rate, 28.60 percent of the copper concentrate and 41.14 percent of the copper recovery rate, The gold content of the copper concentrate is 18.60 g/t, the silver content is 1127.91 g/t, the recovery rate of gold is 44.44%, and the silver recovery rate is 46.23%.

Keywords: Iron ore; Associated; Polymetallic ore; Comprehensive utilization