

应用研究·黄金矿山·

某金矿选矿工艺改造及生产实践

Technological transformation and production practice of mineral processing in a gold mine

李兆军, 王成龙, 张洪涛, 朱红岩 (内蒙古金陶股份有限公司, 内蒙古 赤峰 024327)

摘要:某金矿选厂为提升环保标准,增加矿石处理能力,将选厂原混承—全泥氰化炭浆工艺改造为尼尔森重选—混合浮选工艺。通过技术改造及化化,如更换直线筛、取消混表工艺等,矿石处理能力由450 t/d提高至700 t/d,尼尔森重选回收率最高达到52.74%,金综合回收率96.60%,生产指标良好。

关键词:选矿工艺; 尼尔森重选; 技术改造

Abstract:In order to improve the environmental protection standard of a gold concentrator, increase ore processing capacity, the original process of mixed bearing all slime cyanidation carbon slurry process in the concentrator was transformed into Nielsen gravity separation mixed flotation process. Through technical transformation and chemical technology, such as replacing the straight line division and canceling the mixing process, the ore processing capacity is increased from 450 t/d to 700 t/d, the recovery rate of Nielsen gravity separation reaches 52.74%, the comprehensive recovery rate of gold is 96.60%, and the production index is good.

Key words:ore dressing process; Nielsen gravity separation; technical transformation

1 前言

某金矿选厂始建于1988年5月,1990年5月投入生产,由北京有色金属设计院设计,原设计为矿石处理量300 t/d的全泥氰化炭浆工艺,后经改造扩建为矿石处理量450 t/d的混汞+全泥氰化炭浆工艺。为提升环境保护标准,增加选矿处理能力,对选厂实施选矿工艺改造,充分利用现有设备、设施,改造扩建为重选+混合浮选工艺,工艺流程为矿车运输—洗矿手选—碎矿筛分—磨矿分级—尼尔森重选—混合浮选—陶瓷过滤,金精矿产品外售,尾矿湿排至尾矿库^[1-3]。改造后矿石日处理量为700 t,浮选给矿金品位2~3 g/t,浮选尾矿金品位0.18~0.2 g/t,金综合回收率96.6%,金重选回收率35%~45%,产率6.5%~7%,金精矿品位≥35 g/t。此次工艺技术改造改善了选厂的安全、环保现状,提高了矿石处理量,增加了企业经济效益^[4]。

2 矿石性质

根据工艺矿物学鉴定及化学分析表明:矿石中组分复杂,有用矿物种类较多,金属矿物主要为黄铁矿、黄铜矿、方铅矿、闪锌矿,次生铜矿物和金属氧化物矿物主要为黝铜矿,少量辉铜矿、斑铜矿、赤铁矿、磁铁矿、褐铁矿等;贵金属矿物主要为自然金,少量银金矿,微量金银矿;银矿物主要为自然银和少量的辉银矿;脉石矿物主要为石英、长石、绢云母、绿泥石,少量的碳酸盐、黏土矿物及微

文章编号:

1672-609X(2021)02-0020-04

中图分类号: TD921

文献标志码: A

作者简介: 李兆军(1987-),男,辽宁朝阳人,工程师,主要从事选矿设备管理与研究工作。

量的锆石、石榴石等。矿石中主要有价元素为金、银,品位分别为 2.43 g/t、25.87 g/t。可综合回收其他有价元素为铜、铅、锌、硫。矿石工艺类型为中等

硫化物多金属含金矿石^[5]。矿石主要化学成分分析结果见表 1。

表 1 矿石主要化学成分分析结果

成分	Au ^a	Ag ^b	Cu	Pb	Zn	Fe	S	As	C	CaO	MgO	SiO ₂	Al ₂ O ₃
w/%	2.43	25.87	0.38	0.32	0.29	11.91	8.40	0.06	0.73	4.80	2.93	47.66	10.11

从分析结果可知,矿石成分复杂,结合选厂现场实际情况,以回收金、银、铜为主,采用尼尔森重选法对颗粒金进行选别后^[6],再采用浮选法选出金精矿,金、银、铜计价外售。

3 原选矿工艺及运行工况

选厂此次改造前的选矿工艺为混汞-全泥氰化炭浆工艺如图 1 所示,日处理矿石 450 t(2 班作业),全年生产按照 330 d 计算,处理矿石 14.85 万 t。原矿入选粒度为 -200 mm,破碎作业控制破碎产品粒

度为 -20 mm,采用二段一闭路破碎筛分流程。原矿仓格筛规格 200 mm × 200 mm(大于格筛的矿石人工进行破碎),经 ZYAG1236 型洗矿筛洗矿,筛上物料用 JC56 型颚式破碎机破碎,破碎比为 5 ~ 6;筛下物料进入 φ1.5 m 分级机分级,返砂经 7[#]皮带进入粉矿仓,分级机溢流经 φ6 m 浓密机浓缩后进入下段 φ2.0 m 分级机,2ZD1224 型闭路筛(20 mm × 20 mm)筛下物料进入粉矿仓,筛上物料经 GP100FM 型圆锥破碎机破碎,破碎比为 3 ~ 4,经闭路筛形成闭路,最终产品粒度小于 15 mm。合格产品进入 1

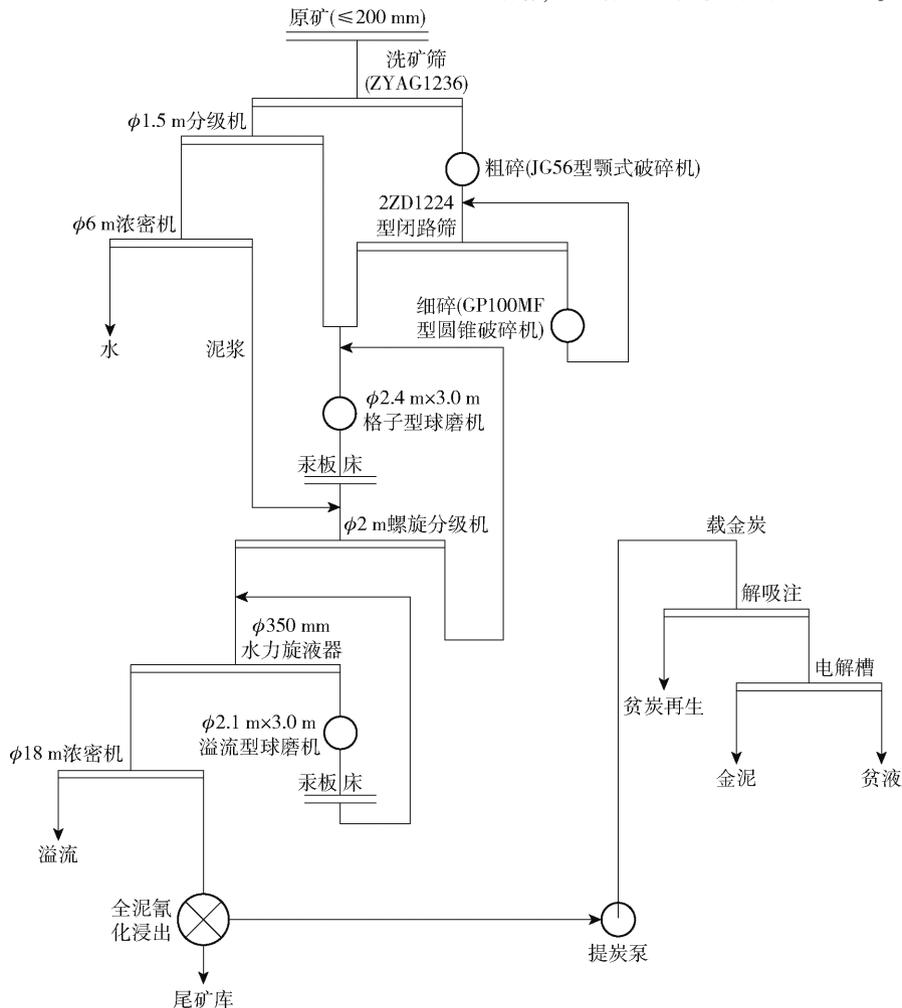


图 1 选厂原工艺流程

号 $\phi 2.4\text{ m} \times 3.0\text{ m}$ 格子型球磨机进行磨矿,达到 -0.074 mm 占60%左右,和 $\phi 2.0\text{ m}$ 分级机形成闭路循环,然后进入到2号 $\phi 2.1\text{ m} \times 3.0\text{ m}$ 溢流型球磨机再次磨矿,达到 -0.074 mm 占90%左右,矿浆经 $\phi 18\text{ m}$ 浓密机浓缩后,控制矿浆浓度在 $(40 \pm 2)\%$,用泵打入0#槽中,流经0#~12#槽($\phi 5.0\text{ m} \times 5.5\text{ m}$)。在0#槽加入NaCN溶液,控制NaCN质量分数不小于0.08%,在3#槽补加NaCN溶液,将12#槽NaCN浓度控制不小于0.02%。在12#槽定量分次补加贫炭或新炭,间隔2 h串炭1次,在2#槽提取载金炭,进入解吸电解工段。生产工艺指标:浸出矿浆浓度 $(40 \pm 2)\%$,入浸矿浆细度(-0.074 mm)88%~92%,浸出时间28 h,矿浆pH值10.5~11.5,活性炭密度 $\geq 15\text{ g/L}$,NaCN质量分数(排矿)0.02%。

4 技术改造及效果

4.1 改造方案及工艺优化

(1) 取消混汞重选工艺,增加尼尔森重选工艺。选厂使用的尼尔森设备是一台废旧设备,对其进行基础安装及电气恢复、调试工作改造后,经多次调整,尼尔森重选金实际回收率达到45.34%。针对重选尾矿中还有少部分适宜的颗粒金没有得到有效回收的情况,又对重选工艺进行了再优化:一是严格控制进入到尼尔森重选设备的矿浆浓度,细度达到标准要求;二是杜绝矿浆从旁通管路通过,必须全部

通过尼尔森选矿机选别。通过再优化,在同样的供矿条件下,尼尔森重选回收率最高达到了52.74%,较优化前提高了7.4%,年可多回收金5.206 kg,年增加效益135万元;因重选提前多回收的这部分金在销售时计价系数为1.0,而进入浮选金精矿中时计价系数为0.95,二者计价系数相差0.05,则重选提前回收的金年效益94.7万元,2项合计229.7万元/a。

(2) 内部螺旋筛面格网式滚筒筛代替矿浆进入尼尔森重选前的直线筛。此次技术改造利用原有的碎矿设备,两班次进行满负荷生产,增加破碎处理能力。利用原来1号和2号2台球磨机进行串联磨矿,降低磨矿细度,达到混合浮选细度要求 -0.074 mm 占60%~65%,增大磨矿能力的同时,减少了1台进入尼尔森重选前的直线振动筛,大大节约了生产成本。选厂生产车间为钢筋混凝土结构,若使用直线振动筛,应与尼尔森选矿机有约1.5 m的位差。其安装最佳地点只能选择在原电解车间3楼,易造成楼板震动导致坍塌,有潜在的安全隐患。选厂借鉴原圆孔式滚筒筛的应用经验,对其优化成内部螺旋筛面格网式滚筒筛,并借助 $\phi 2.4\text{ m} \times 3.0\text{ m}$ 格子型球磨机旋转实现自转。直线振动筛的驱动来自2台11 kW的对向旋转的电动机,而格网式滚筒筛是借助于球磨机的旋转,可称之为“无驱动”,实现技术改造节能降耗的目的,成本对比情况见表2。

表2 直线振动筛与格网式滚筒筛成本对比

项目	直线振动筛	格网式滚筒筛	优越性
规格	单孔规格 $2\text{ mm} \times 20\text{ mm}$,宽条形筛孔,横向开孔	单孔规格 $3\text{ mm} \times 50\text{ mm}$ 宽条形筛孔,筛面轴向开孔	满足尼尔森选矿机给矿粒度要求
工作原理	振动式筛分,水利输送不合格产品	离心式筛分,螺旋拨离不合格产品	驱动力大,筛分效率高
设备成本	11万元	几千元	节约设备购置成本近10万元
安装条件	楼板为钢筋混凝土结构,易共振	紧固在 $\phi 2.4\text{ m} \times 3.0\text{ m}$ 球磨机出料端	规避楼板共振的制约条件
安装成本	启用吊车、开门窗、基础安装	只需螺栓紧固	安装成本几乎为零
维修条件	维修空间狭小,2 t天车不便使用	维修空间广阔,可利用10 t天车	弱化维修难度
驱动方式	2台11 kW电动机	与球磨机同转速运动	借力驱动,年可节约电能184 800 kW·h

(3) 利用原周边传动式 $\phi 18\text{ m}$ 浓密机稳定入浮矿浆浓度。通过对浓密机底流排矿流量调节、控制入浮浓度,而且能够保证入浮矿浆的流量稳定;利用闲置浮选车间(原设计1 500 t/d尾矿回收浮选车间,闲置未投入使用),通过技术改造,作为选厂浮

选车间,大大节约了技术改造成本,且闲置车间和设备设施得到合理利用,实现效益最大化。

4.2 应用效果

技术改造后选厂矿石处理量700 t/d,工艺流程为:在原破碎系统不变的情况下,破碎合格矿石经摆

式给矿机计量后送至一段球磨机,经螺旋分级机分级,返砂返回球磨机;1号球磨机排矿、分级机溢流、2号球磨机排矿自流至1#砂泵池,泵扬送给尼尔森选矿机进行重选;尼尔森溢流入2#砂泵池,泵扬送给旋流器,沉砂进入二段球磨;旋流器溢流经除屑后作为合格产品(-0.074 mm占60%~65%)流入浓密机进行浓密,浓密机底流经搅拌槽调浆入浮选工艺。浮选工艺流程为一次粗选、二次精选、三次扫选,改造后工艺流程如图2所示。现生产指标:矿浆

浓度(30±2)%,矿浆细度-0.074 mm占(65±2)%,浮选金品位2.0 g/t左右,精矿金品位≥30 g/t,金综合回收率96.60%,尾矿金品位≤0.2 g/t。

5 结论

选厂原工艺流程处理能力450 t/d,技术改造后提高至700 t/d,年增加矿石处理量7.7万t。金综合回收率达96.60%,年增加黄金产量76 kg,经济效益2 014万元。此次技术改造彻底取消了混汞工艺和选矿药剂氰化钠的使用,从而提升了环保标准,消除了潜在安全和环保隐患;充分利用现有车间和设备设施,改造投入资金少,生产效果好,值得推广和应用。

[参考文献]

- [1] 《选矿设计手册》编委会. 选矿设计手册[M]. 北京:冶金工业出版社,1988.
- [2] 中国黄金集团有限公司. 矿山企业地、测、采、选冶、设备技术管理规范[R]. 北京:中国黄金集团有限公司,2011.
- [3] 谢广元. 选矿学[M]. 徐州:中国矿业大学出版社,2001.
- [4] 贾洪杰,常海龙,陈玉喜,等. 加强质量管理 提高企业经济效益[J]. 中国矿山工程,1998(6):50-52.
- [5] 郑艳平,徐祥彬. 多金属含金矿石综合回收试验研究[J]. 黄金,2012,33(5):39-43.
- [6] 徐飞飞,于雪,陈新林,等. 某金矿尼尔森重选试验研究[J]. 有色矿冶,2015,31(3):27-29.

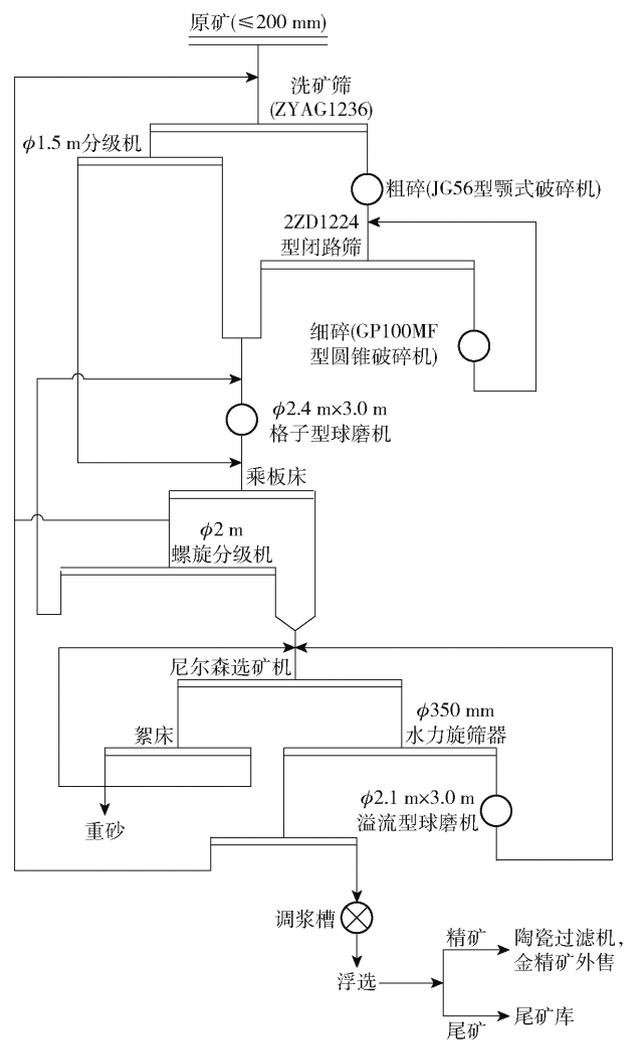


图2 选厂改造后工艺流程