

文章编号:1673-9981(2020)02-0147-05

金锑钨共生矿石磨矿分级控制技术研究与应用

李希山

湖南辰州矿业有限责任公司,湖南 怀化 419607



摘要:针对辰州矿业某选矿厂二段磨矿的分级机分级精度不高,造成溢流产品过磨与欠磨,分级机溢流浓度低影响浮选时间等问题,通过技术改造,用水力旋流器预先分级,高频细筛替代螺旋分级机,用钢锻替代钢球做二段磨矿介质。项目改造完成后,在保障锑回收率不下降的前提下,Au及WO₃回收率得到较大幅度提高,经济效益显著。

关键词:金锑钨共生矿石;磨矿分级;高频细筛;磨矿介质;回收率

中图分类号:TD92

文献标识码:A

湖南辰州矿业某选矿厂采用两段磨矿—重浮联合流程,处理沃溪、鱼儿山两矿坑出窿矿石(两矿坑矿石均为金、锑、钨共生矿石)。多年的生产结果显示,原矿金品位(Au) 4.2 g/t、锑 Sb 1.4%、钨品位(WO₃) 0.17%左右,选矿厂金平均回收率 87%~88.5%,锑平均回收率 96.5%~97.5%,钨平均回收率 62%~65%左右。为了进一步挖掘资源的回收潜力、提高企业的经济效益,对原矿进行了工艺矿物学研究,并对现有流程进行了考查分析,查明金、钨在尾矿中损失状态,通过对原有磨矿分级工艺流程的改造,在保障锑回收率不降低的前提下,大幅度提高了选矿厂金、钨的回收率。

1 原矿性质

沃溪矿区为中低温热液充填石英脉状矿床,矿物成分简单,主要金属矿物有自然金、辉锑矿、白钨矿、黄铁矿、钨铁矿、闪锌矿、毒砂等;脉石矿物以石英为主(约占90%以上),其次为方解石、白云石、绿泥石、叶腊石、绢云母等;次生矿物以褐铁矿较多,其次为钨华和锑华,呈薄脉状产出;主要回收矿物有自然金和辉锑矿。

自然金呈粒状、微粒状或线状充填于石英间隙,辉锑矿和黄铁矿的边缘或包裹于硫化物内部颗粒中,部分金出于蚀变板岩的微裂隙中。金的粒度在0.01~0.2 mm,自然金以微细粒为主,且嵌布状态复杂,因此在选矿过程中,即使磨的很细,仍难完全单体解离。

辉锑矿为铅灰色,呈致密块状、针状、毛发状产出,磨至0.1 mm仍不能很好地分离。白钨矿为白色,少数呈淡黄色、淡褐色,呈不规则的块状产出,性脆易破碎,通常自6 mm开始单体解离,0.1 mm以下则近于完全解离。

2 改造前

2.1 原有工艺流程

第一段磨矿采用棒磨与螺旋分级机组成闭路,分级机溢流粒度控制为-0.45 mm占80%。一段分级机溢流经摇床重选回收已单体解离的自然金和钨矿物。首先经粗选摇床选别得到金精矿1、中矿、尾矿,金精矿1再经摇床精选得到高品位金砂后送精炼厂精炼提纯。粗选摇床中矿集中后进行摇床扫选得到金精矿2和扫选尾矿,金精矿2进提金间精选。

收稿日期:2019-07-11

作者简介:李希山(1965-),男,湖南益阳人,高级工程师,博士,主要从事选冶试验研究和矿山生产管理。

扫选尾矿和提金间精选摇床尾矿合并后进入槽浮作业,浮选得到粗粒金锑混合精矿.槽浮浮选尾矿进入槽浮摇床作业,通过摇床脱硅后得到高品位黑白钨混合精矿.

重选段尾矿合并进入第二段磨矿分级作业(1台 2122 格子型球磨机、1台 1530 格子型球磨机、1台 2130 溢流型球磨机分别与 3 台分级机形成闭路磨矿),分级机溢流细度为 -0.074 mm 占 $73\%\sim$

75% ,通过“金锑混合浮选—白钨浮选”流程,分别获得金锑混合精矿、白钨粗精矿.金锑混合精矿送公司冶炼厂,白钨粗精矿经加温解析后浮选获得钨精矿.

2.2 浮选尾矿粒度筛(水)析及品位检测结果

为了查明选厂金、钨、锑回收指标及其在尾矿中的损失情况,对选矿厂进行了流程考查.选矿厂金锑混合浮选和钨浮选尾矿筛(水)析结果分别列于表 1 和表 2.

表 1 金锑混合浮选尾矿各粒级筛(水)析检测结果

Table 1 Test results of particle sizes of sieve (water) analysis of gold-antimony mixed flotation tailings

粒级 / μm	产率/%		品位/%			金属分布律/%		
	γ	$\Sigma\gamma$	$\text{Au}^{1)}$	Sb	WO_3	Au	Sb	WO_3
+178	0.83	0.83	1.2	0.073	0.03	1.68	1.59	0.22
-178~+124	9.5	10.33	1.15	0.032	0.034	18.47	7.98	2.82
-124~+97	10.1	20.43	1.03	0.043	0.039	17.59	11.40	3.44
-97~+74	4.63	25.05	0.9	0.042	0.048	7.05	5.10	1.94
-74~+54	0.25	25.3	0.6	0.039	0.38	0.25	0.26	0.83
-54~+41	3.5	28.8	0.6	0.039	0.38	3.55	3.58	11.63
-41~+30	4.63	33.43	0.55	0.031	0.19	4.31	3.77	7.69
-30~+20	6.75	40.18	0.5	0.027	0.17	5.71	4.78	10.03
-20~+10	9.2	49.38	0.45	0.027	0.15	7.00	6.52	12.06
-10~+8	1.9	51.28	0.45	0.027	0.15	1.45	1.35	2.49
-8	48.71	100.00	0.4	0.042	0.11	32.94	53.68	46.84
合计	100.00	—	0.59	0.038	0.114	100.00	100.00	100.00

注:1)单位为 g/t.

表 2 浮钨尾矿各粒级筛(水)析检测结果

Table 2 Test results of different sizes of sieve (water) analysis of tungsten floating tailings

粒级 / μm	产率/%		品位/%		金属分布律/%	
	γ	$\Sigma\gamma$	$\text{Au}^{1)}$	WO_3	Au	WO_3
+74	24.53	24.53	1.01	0.036	42.33	16.66
-74~+54	1.18	25.7	0.68	0.051	1.37	1.14
-54~+41	8.1	33.8	0.68	0.05	9.41	7.64
-41~+30	10.35	44.15	0.63	0.043	11.14	8.40
-30~+20	8.75	52.9	0.47	0.039	7.03	6.44
-20~+10	5.85	58.75	0.4	0.062	4.00	6.84
-10~+8	0.73	59.48	0.4	0.065	0.50	0.90
-8	40.51	100	0.35	0.068	24.22	51.98
合计	100.00	—	0.59	0.0530	100.00	100.00

注:1)单位为 g/t.

从表 1 可以看出,尾矿中金在粗粒中损失较多, +97 μm 粒级金含量超过了 1 g/t,金属损失率达到了 44.79%。同时,部分金损失于 -8 μm 粒级中,该部分金的损失主要是由于过粉碎造成的。

从表 2 可以看出,浮钨尾矿中钨金属主要损失在 -10 μm ,如果能减少钨矿物的过粉碎,钨回收率有提高的空间。

2.3 原有工艺存在的问题

(1)原矿中钨矿物磨细至 -0.1 mm 后,有用矿物基本全部单体解离,钨矿物性脆易于破碎且密度大,用分级机分级时,由于存在“重介效应”^[1],分级机返砂中部分已经解离的白钨矿进入返砂,再磨后造成过粉碎,影响钨的回收。

(2)分级机溢流中部分粗粒轻质脉石被溢流带出进入尾矿,而该部分粗粒脉石中含有部分包裹金或金的小连生体,导致金的尾矿品位偏高。

(3)为了保持二段分级机溢流细度 -0.074 mm 粒级占 73%~75%,二段磨机排矿口加入大量补加水,导致分级机溢流浓度低,从而减少了矿物浮选时间,影响了金属回收率。

(4)磨矿时钢球与矿物是点接触,易造成贯穿磨

碎,当矿物较脆且易磨时,采用钢球作为磨矿介质,容易造成过粉碎。钢球在磨机中的打击呈随机性,选择性破碎差,造成粒度不均匀^[2]。

3 改造后的工艺流程及效果

3.1 改造后的工艺流程

经过分析,结合选矿厂生产实际,将原有的工艺流程进行如下改造:(1)在棒磨分级机溢流口安装 3 台单层筛,将粗粒隔出后直接与摇床尾矿合并进入砂泵池,减少粗粒对摇床选别的干扰^[3]; (2)用 2736 球磨机替代原来的 2130 球磨机与 1530 球磨机,设计浮选入选粒度为 -0.074 mm 占 85%,将浮选给矿 -0.074 mm 细度提高 8 个百分点以上; (3)摇床重选尾矿与球磨排矿合并进砂泵池,泵送到水力旋流器,用水力旋流器预先分级,改善高频细筛给矿的粒度,减轻粗粒对筛面的磨损,保障磨矿浓度^[2]; (4)用高频细筛替代螺旋分级机,严格按照筛网的几何孔径分级^[4]; (5)采用磁性衬板替代普通锰钢衬板,选用柱形钢锻(截头圆锥体)作磨矿介质,改善磨矿产品粒级组成。图 1 为改造后的工艺流程示意图。

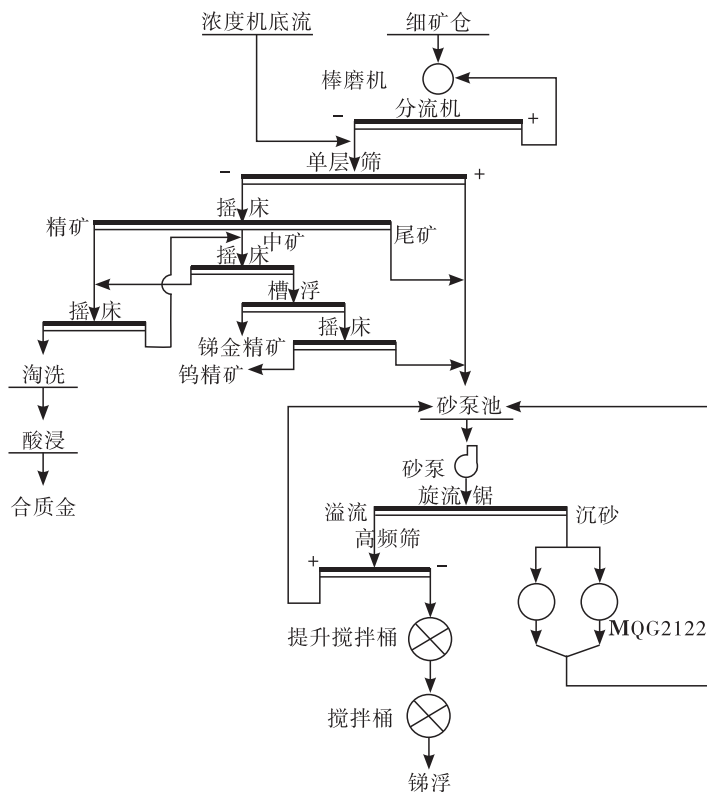


图 1 改造后的工艺流程图

Fig. 1 Process flow chart after modification

3.2 改造前后技术指标比较

磨矿分级系统改造后,金锑混合浮选入选浓度由 26.5%,提高到 34.6%,浮选时间延长,粒级组成更加合理.改造前后主要技术指标结果列于表 3.由

表 3 改造前后主要技术指标对比表

Table 3 The comparison table of main technical indicators before and after modification

改造前后	原矿品位/%			尾矿品位/%			回收率/%		
	Au ^D	Sb	WO ₃	Au ^D	Sb	WO ₃	Au	Sb	WO ₃
改造前	4.42	1.50	0.174	0.53	0.052	0.058	88.36	96.68	63.74
	4.33	1.39	0.164	0.47	0.051	0.046	89.35	96.45	69.24
改造后	4.32	1.49	0.18	0.46	0.044	0.047	89.52	97.13	71.78
	4.33	1.39	0.178	0.43	0.044	0.045	89.85	97.05	71.31

注:1)单位为 g/t.

3.3 经济效益分析

项目改造完成后,装机容量增加 80 kW,每年需增加电力成本 30.5 万元.项目改造运行了近 3 年,高频细筛筛面的平均使用寿命为 8 个月,每年用于更换筛面的费用为 30 万元.设备配件及维修每年需增加费用 22 万元,与改造前比较,总计每年增加成本费用 82.5 万元.

沃溪选厂每年处理原矿 33 万吨,每年可多回收金 19.8 kg,新增产值 323.3 万元;每年多回收钨精矿 60 t,新增产值 360 万元,每年新增产值 683.3 万元,年创利润 600 余万元.

4 结 论

(1)对于金锑钨共生矿石,磨矿分级流程及设备是影响选矿回收率的重要因素.在保障磨矿细度的同时,磨矿分级产品的粒级组成对选别指标影响较大.

(2)螺旋分级机做分级设备时,由于钨矿石性脆且密度大,“重介效应”现象容易使部分已经单体解离了的合格粒级钨矿物进入返砂再磨造成过粉碎.

表 3 可知:改造后沃溪选厂金的尾矿品位下降了 0.08 g/t,回收率提高了 1.3 个百分点;钨的尾矿品位下降了 0.012 个百分点,回收率提高了 7 个百分点以上.

(3)分级机溢流中部分粗粒轻质脉石和连生体矿物被溢流带出,其中的粗粒由于载金矿物被脉石包裹,连生体因载金矿物没有充分解离,导致金损失在尾矿中.高频细筛做分级设备时,严格按照颗粒几何尺寸分级,能较好解决粗粒混杂问题.

(4)在棒磨分级机溢流处增加单层筛隔出粗颗粒,可减少粗颗粒对摇床重选的干扰,可减轻粗颗粒对浮选设备的磨损.

(5)钢锻是球形与棒形的综合体,集中了钢球与钢棒 2 种磨矿介质的优点,在细磨段可以减轻过粉碎.

参考文献:

- [1] 周洪林. 德瑞克高频细筛在降硅提铁中的应用[J]. 金属矿山, 2002(10):35-38.
- [2] 张润身,席江伟,王磊. 旋流器与细筛联合分级工艺在某铁矿的应用[J]. 现代矿业. 2012(06):112-114.
- [3] 邹春林,钢球与钢锻细磨铁矿石的磨矿效果[J]. 矿冶工程,2014(8):124-127.
- [4] 周力强,李茂强,胡剑宇,邓成,张奇. 高频振动细筛在湖南辰州矿业磨矿分级系统中的应用[J]. 现代矿业, 2015(11):240-242.

(下转第 163 页)

(上接第 150 页)

Research and application of the grinding-classification control technology for Au-W-Sb intergrowth ores

LI Xishan

Hunan Chenzhou Mining Co., Ltd. Huihua 419607, China

Abstract: The classification accuracy of the classifier for the second-stage grinding of Chenzhou mining concentrator was not high, resulting in the over-grinding or under-grinding of the overflow product, and the low overflow concentration of the classifier which affected the flotation time. Through technical transformation, the hydrocyclone was used for pre-classification, the high-frequency fine screen was used to replace the spiral classifier, and the steel forging was used instead of the steel ball as the second-stage grinding medium. After transformation, on the premise of ensuring that the Sb recovery didn't decrease, the recovery of Au and WO_3 was greatly improved, and the economic benefits were remarkable.

Key words: Au-W-Sb intergrowth ores; grinding-classification; high-frequency screens; grinding media; recovery