

瑶岗仙钨矿

铜矿物与毒砂分离的生产实践

瑶岗仙钨矿、陶红春

· 提要 · 本文介绍了瑶岗仙钨矿以黝锡矿含铜为主的铜矿物与毒砂分离的生产实践, 讨论了脱药、分级粒度、药剂制度、中矿处理对浮选指标的影响。

· 关键词 · 黝锡矿, 毒砂, 组合抑制剂, 混合捕收剂。

一、前言

黝锡矿与毒砂分离生产实例, 国内报道不多。据介绍, 广西栗木锡矿黝锡精矿含砷达6—7%, 影响产品销售, 通过采用乙黄药为捕收剂, 石灰、亚硫酸钠为抑制剂, 经一粗一扫二精, 扫选尾矿浮砷, 精Ⅰ尾矿入浮砷粗选, 精Ⅱ尾矿返回精选Ⅰ的流程, 最终黝锡含砷1.25%, 黝锡矿回收率74.5%, 实现了黝锡矿与毒砂的分离。湖南瑶岗仙钨矿钨精选后的硫化矿, 以黝锡矿含铜为主, 但砷含量高达30%以上, 过去, 以乙黄药为捕收剂, 石灰、碳酸钠和硫酸锌为抑制剂, 浮选流程是先混选, 然后进行铜铅分离, 分离出来的铜再进行铜砷分离, 生产出来的铜精矿含砷4%, 铅精矿含砷10%以上, 铜回收率平均48.1%, 铅回收率平均20%。为了有效地实现铜矿物与毒砂分离, 最大限度地提高铜回收率, 1987年中南工业大学与瑶岗仙钨矿合作进行了铜砷分离试验, 1988年12月至1989年3月对综合回收工段原流程进行了技术改造, 通过1989年4—12月的工业试验和生产实践, 现已生产合格铜(含银)精矿, 销给云南冶炼厂。

二、矿石性质

瑶岗仙钨矿为黑钨—锡石—硫化物多金属矿床, 属高中温热液矿床。矿石中金属矿物以黑钨矿为主, 其次为锡石、黝锡矿、黄铜矿、方铅矿、闪锌矿、黄铁矿和银黝铜矿等。有害元素砷以毒砂形式产出。脉石矿物有石英、方解石和白云母等。

1. 铜矿物: 铜呈独立矿物形式存在。以硫化矿形式产出为主(占总铜的91.9%), 其它为游离氧化铜、结合氧化铜(占8.1%)。主要铜矿物为黝锡矿、黄铜矿, 前者铜约占总量的50%, 后者占40%, 其它铜矿物为银黝铜矿、车轮矿、铜兰、辉铜矿、孔雀石等。

黝锡矿: 原矿中主要含锡、铜矿物, 也是银的载体矿物之一。呈粗粒为主的不均匀嵌布, 粗粒者粒度可大于20毫米, 细粒者为数微米或更小, 一般粒径小于20毫米。它主要呈不规则粒状产在石英中, 或产在毒砂的颗粒之间隙和裂隙中, 与黄铜矿、闪锌矿呈复杂嵌布, 黝锡矿中常包裹有闪锌矿、毒砂、黄铜矿、银黝铜矿等。

黄铜矿: 原矿中主要含铜矿物之一, 也是银的载体矿物之一。呈粗粒为主的不均匀

嵌布，与黝锡矿、毒砂等共生。

银黝铜矿：原矿含铜矿物，本矿床主要含银矿物。一般粒径为0.2—2 毫米。

2.毒砂：它是本矿床主要含砷矿物，其含量占整个硫化物的60%以上。呈粗中粒为主的不均匀嵌布，与黝锡矿、黄铜矿、方铅矿、闪锌矿、银黝铜矿等硫化物紧密共生。

三、工艺条件对浮选指标的影响

为了探索工艺条件对浮选指标的影响，1989年4—9 月对综合回收改造后的工艺流程进行了工业试生产。

1.脱药：综合回收原矿是由钨精选工段抬浮硫化矿和反浮选出来的硫化矿 泡沫 组成、已用硫酸、黄药和松醇油处理过，为利于抑制毒砂和黄铁矿等矿物，小型试验进行了活性炭、硫化钠和强烈搅拌三种方式的粗选脱药试验，结果表明：活性炭脱 药 效果 好，硫化钠次之。工业试生产中，进行了不脱药、活性炭和硫化钠脱药试验，其生产流程和药剂制度见图 1，生产指标见表 1。

表1 脱药对浮选指标的影响

药剂种类	用 量 (克/吨)	品 位 (%)		回收率 (%)	
		Cu	As	Cu	As
活性炭	600	18.3	2.1	81.6	0.65
	1200	18.7	1.3	84.2	0.40
硫化钠	1200	18.2	2.4	78.8	0.72
	2400	18.4	1.8	80.5	0.55
不脱药	0	18.1	2.8	76.6	0.80

由表 1 可知，活性炭、硫化钠脱药与不脱药相比，铜回收率高，砷含量低，说明脱药是十分必要的；且活 性 炭（用量1200克/吨）脱药效果比硫 化 钠（1200克/吨）好，铜回收率高5.4%，砷含量低1.1%。

2.磨矿—分级：通过调节钢球比例及螺

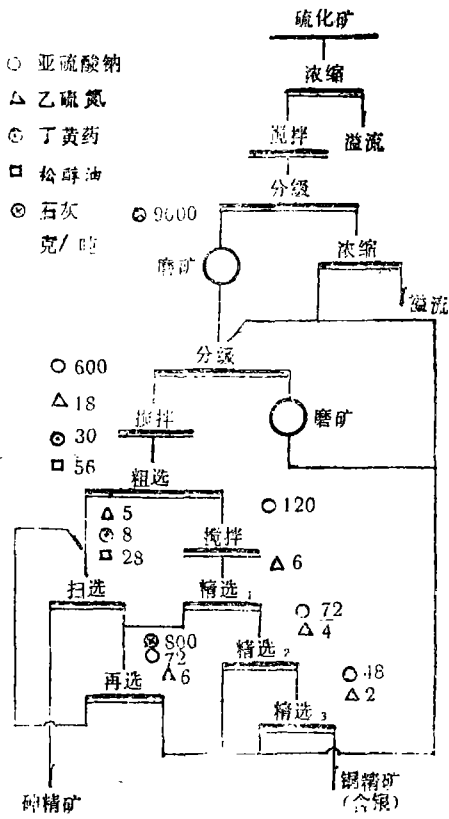


图 1 综合回收生产流程

旋溢流堰高度，使分级溢流粒度发生变化，在生产上，它对浮选指标的影响见图 2。

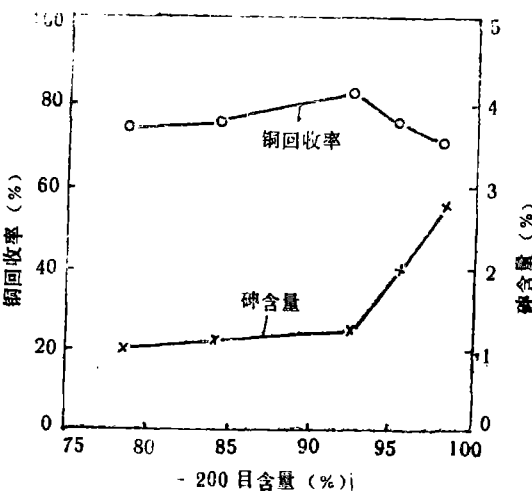


图 2 粒度对分选指标的影响

由图 2 可见，随着分级溢流 粒度-200 目含量的增加，铜回收率逐 渐 增 加，但当 -200 目超过93%时，铜回收率逐渐下降，说明分级粒度过粗或过细，不利于 铜 的 回 收。铜精矿含砷，随着分级 粒度-200 目含量的增加逐渐升高，可见分级粒度过细，不利于降砷，综合两因素考虑，现厂生产确定 分 级 溢 流 粒 度 以 -200 目 含 量 93% 为 宜。

3.浮选药剂：在小型试验中，pH 调 整 剂 分 别 使 用 过 石 灰、氢氧化钠、盐酸，生产 中 用 石 灰 作 pH 调 整 剂，石灰不仅 价 格 便 宜、来源广泛，而且是毒砂的良好抑制剂。抑制剂种类，进行了亚硫酸钠、硫代硫酸 钠、硫化钠、高锰酸钾、漂白粉、加温等试 验。工业试生产中，采用了石灰与 亚 硫 酸 钠、石灰与硫代硫酸钠、石灰与硝酸铵、石 灰与碳酸钠和硫酸锌四种组合方式，它们分 别对浮选指标的影响见表 2，流程和其它药 剂见图 1。

表2 组合抑制剂在试生产中对 浮选指标的影响

药 剂 条 件	品 位 (%)		回 收 率 (%)	
	Cu	As	Cu	As
石灰+亚硫酸钠	18.7	1.3	84.2	0.40
石灰+硫代硫酸钠	18.5	1.8	82.7	0.56
石灰+硝酸铵	17.8	2.4	80.4	0.75
石灰+碳酸钠 硫酸锌	17.7	2.8	78.4	0.86

注：石灰用量都为9800克/吨，亚硫酸钠、硫代硫酸 钠、硝酸铵用量都为912克/吨，碳酸钠和硫酸 锌 用 量 各 为 456 克 / 吨。

比较表 2 所列四种组合药剂分选指标可 见，石灰与亚硫酸钠组合，砷含量最低，铜 回 收 率 最 高，这说明亚硫酸钠在强 碱 介 质 中，不但对毒砂起抑制作用，而且对铜矿物 起活化作用。

捕收剂：小型试验曾用乙硫氮、胺醇黄 药、Z—200、丁黄腈酯、OS—747、丁黄药

等捕收剂进行了试验。工业试生产中，采用 乙硫氮与丁黄药、Z—200与丁黄药、乙硫氮 与 Z—200 混合捕收剂进行了比较，其工业试 生产结果见表 3。

表3 混合捕收剂在生产中对浮选指标的影响

药 剂 条 件	品 位 (%)		回 收 率 (%)	
	Cu	As	Cu	As
乙硫氮+丁黄药	18.7	1.3	84.2	0.40
乙硫氮+Z—200	17.8	1.4	84.8	0.49
Z—200+丁黄药	17.5	1.7	85.3	0.57

注：乙硫氮用量为35克/吨，丁黄药用量为38克/吨， Z—200用量：与乙硫氮混用为 19 克 / 吨，与 丁 黄 药 混 用 为 30 克 / 吨。

由表 3 可知，乙硫氮和丁黄药混用 比 Z — 200 和 丁 黄 药 混 用，砷含量要低，但回 收 率 也 低；乙硫氮和丁黄药混用的浮选指标与 乙硫氮和 Z—200 混用的浮选指标基本接近。 从成本来看，Z—200 最贵，因此，综合技术 经济指标以乙硫氮和丁黄药混用最佳。

此外，中矿处理也是影响浮选指标的一个 重要因素。改造前，综合回收中矿采用顺 序返回方式，铜回收率低，且砷含量高，中 矿循环大，生产上难控制。在小型试验时， 进行过中矿顺序返回、中矿集中处 理 等 方 法，效果都不佳，中矿循环量大，指标难控 制，最后采用精 I 尾矿和扫选泡沫再选一 次，其槽内产品返至扫选，泡沫产 品 和 精 I、Ⅱ尾矿合并返至粗选的流程，浮选效果 好，生产上也采用后种中矿处理方式（见图 1），它既利于提高铜回收率，又利于降低 砷含量。再选作业起控制中矿循环量作用， 它能把中矿中高砷低铜部分脱出，使之进扫 选，减少中矿循环量，便于生产控制。

四、生产实践

综合回收改造后生产规模为日处理量20 吨，生产工艺流程和药剂制度见图 1。

生产所用主要设备：原矿浓缩为 $\phi 6$ 米浓密机，螺旋分级机溢流浓缩为 $\phi 3.6$ 米浓密机，分级均用 $\phi 750$ 毫米高堰式螺旋分级机，磨矿均为 $\phi 900 \times 1800$ 湿式格子型球磨机，浮选全部为XJK—0.35型浮选机，其中粗选6槽，扫选4槽，精Ⅰ、再选各2槽，精Ⅱ、Ⅲ各为1槽，浮选段前面所用搅拌设备均为 $\phi 1000$ 提升搅拌槽。

在1989年10—12月生产中，由于没有活性炭，故生产上未脱药。浮选在pH11左右的强碱介质中进行，使用石灰、亚硫酸钠组合药剂抑砷，乙硫氮、丁黄药混合捕收剂浮铜，最终产品为铜(含银)精矿、砷精矿。1989年10—12月生产产品多元素分析结果见表4。

表4 产 品 多 元 素 分 析

产品名称	产率 (%)	品 位 (%)							回 收 率 (%)						
		Cu	As	Ag*	Sn	WO ₃	Pb	Zn	Cu	As	Ag	Sn	WO ₃	Pb	Zn
铜精矿	8.9	18.1	2.8	2350	7.8	0.1	7.96	8.6	76.6	0.3	69.7	57.3	0.4	83.3	40.9
砷精矿	91.1	0.54	32.9	100	0.55	2.47	0.16	1.21	23.4	99.2	30.3	42.1	99.6	16.7	59.1
原 矿	100.0	2.1	30.2	300	1.2	2.26	0.85	1.87	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0

* 银品位为克/吨。

由表4可知，生产实践中，可将高达30.2%的砷降到2.8%，铜精矿含铜18.1%，铜回收率为76.6%，铜精矿含银2350克/吨，银回收率69.7%。由于没有活性炭，生产上还未达到工业试生产阶段的最佳指标，不过，与1988年相比，铜回收率仍提高了12%，银回收率提高了12.7%，砷含量降低了1%，加上改造后成本降低，新增利润10.4万元，经济效益明显。

从表4还可以看到，铜精矿中锡品位高达7.8%，砷精矿中钨品位达2.26%，均有回收价值，正在考虑回收。

五、结 论

1. 瑶岗仙钨矿钨精选栎浮硫化矿和反浮选出来的硫化矿，已经硫酸、黄药、松醇油处理，为有效地分离铜矿物与毒砂，必须脱药，且以活性炭脱药效果为佳。

2. 分选粒度对浮选指标有较大的影响，

过粗或过细不利于铜的回收，生产上以-200目含量93%为宜。

3. 药剂制度是影响浮选指标的一个重要因素，以石灰、亚硫酸钠组合抑制剂抑砷效果最佳，浮铜以乙硫氮、乙黄药混合捕收剂为佳。

4. 高砷多金属硫化矿的综合回收，中矿处理方式是重要的。象瑶岗仙钨矿这种含砷高达30%以上的硫化矿，不宜中矿顺序返回，也不宜全部中矿集中返粗选，而要采用将精Ⅰ尾矿和扫选泡沫产品再选一次后，槽内产品返扫选，泡沫产品和其它中矿合并返粗选前分级机的流程，控制中矿循环量，保证生产指标的稳定。

5. 当原矿含铜2.1%、含砷30.2%时，采用工业试验的流程和药剂制度，铜精矿中铜品位可达18.1%，为铜精矿标准十二级，含砷为2.8%。有效地分离了以钨锡矿含铜为主的铜矿物与毒砂。