

# 某硫铁矿选矿工艺流程的研究

唐国标

(中国瑞林工程技术有限公司, 江西南昌 330002)

[摘 要] 该硫铁矿具有铜、硫、铁等多种金属可供综合利用的多金属矿床, 选矿的工艺流程研究是十分重要的, 也是设计中的重点和难点。

[关键词] 综合利用; 硫选别; 浮选; 多金属

中图分类号: TD952 文献标识码: B 文章编号: 1004-4345(2009)05-0001-03

## A Study on Mineral Processing Technologies for a Pyrite Mine

TANG Guo-biao

(China Nerin Engineering Co., Ltd., Nanchang, Jiangxi 330002, China)

**Abstract** This pyrite mine is a polymetal ore deposit containing copper, sulfur and iron, etc. that can be comprehensively utilized. The study on mineral processing technologies is very important and is also the key and hard point in the design.

**Keywords** comprehensive utilization; pyrite concentration; flotation; polymetal

某硫铁矿是我国较大规模的硫铁矿山, 至今已经有 20 多年的生产历史, 经多次改造重建, 生产能力已达 150 万 t/a。我国经济的快速发展以及化肥行业对硫酸需求的增加促进了硫铁矿山的发展。开发、利用该硫铁矿资源对当地的经济的发展有着重要意义。但是由于原有选厂经过近 20 年的生产运转, 设备已陈旧老化, 厂房破旧, 整体技术装备比较落后, 生产技术指标达不到要求。此外, 原有工艺也已经不能适应现阶段的矿石性质, 不能充分利用现有矿产资源。因此该矿决定对选厂进行全面技术升级, 改造扩建。改扩建后选厂产品是铜精矿、硫精矿与铁精矿。

## 1 原矿性质

该矿床是以硫为主并含有铜、铁、金、银等多种元素可供综合利用的多金属矿床, 矿床成因类型属中高温热液交代型矿床。矿石的自然类型主要为黄铁矿(硫)矿石、铜矿石、磁铁矿石、菱铁矿石和褐铁矿石, 矿石的工业类型为含铜褐铁矿、浸染型铜矿和含铜磁铁矿。矿石的结构主要为粒状结构、斑状—似斑状结构、

半自形鳞片状结构、交代结构。矿石构造主要为网脉状构造、细脉状构造、浸染状构造。

黄铁矿: 多呈半自形晶粒状集合体, 呈块状、稠密浸染状嵌布于脉石中, 常见黄铜矿、方铅矿充填在黄铁矿的粒间或裂隙中。偶见黄铁矿被褐铁矿、铜蓝沿边缘和裂隙交代。个别黄铁矿能见到单个、细小的金粒包体, 还共生有少量白铁矿与胶状黄铁矿, 可能由磁黄铁矿氧化所致。粒度在 0.02~5 mm 之间。

黄铜矿: 呈他形粒状充填在黄铁矿的粒间或裂隙中, 有时也浸染于脉石中。黄铜矿中常见方铅矿、闪锌矿、辉铋矿、黝铜矿、金、银矿物等包体。偶见黄铜矿被蓝辉铜矿、辉铜矿沿边缘和裂隙交代形成镶边。东翼矿石比西翼矿石更常见, 这说明东翼矿石比西翼矿石氧化程度略深。粒度在 0.01~1.4 mm 之间。

铜蓝: 常沿黄铜矿、黄铁矿、闪锌矿的边缘和裂隙呈脉状充填交代, 有时也浸染于脉石中。粒度在 0.003~0.2 mm 之间。

蓝辉铜矿: 常沿黄铜矿、黄铁矿、闪锌矿的边缘和裂隙呈脉状充填交代。粒度在 0.003~0.1 mm 之间。

辉铜矿: 常沿黄铜矿、黄铁矿、闪锌矿的边缘、裂隙

收稿日期: 2009-07-22

作者简介: 唐国标(1982—) 男, 主要从事矿物加工工程技术的设计研究工作。

充填交代。粒度在 0.003~0.1 mm 之间。

砷黝铜矿:常与方铅矿、针硫铋铅矿、硫铜银矿连晶或单独嵌布于黄铜矿或黄铁矿与方铅矿和黄铜矿的界面处。粒度在 0.005~0.04 mm 之间。

金矿物:有自然金和银金矿两种。金粒呈微粒、细粒包体嵌布在黄铜矿、方铅矿、黄铁矿中,或黄铁矿的裂隙与粒间间隙中,或者上述硫化物之间的界面处和硫化物与脉石的界面处,或有时沿脉石的裂隙浸染于脉石中。粒度在 0.001~0.042 mm 之间。

硫铋银矿:有两个亚种,一种较纯,另一种含铁、铜。较纯的硫铋银矿常呈微、细粒包体嵌布在方铅矿中,粒度 5~10 mm。含铁、铜的硫铋银矿多呈细粒长柱状单独或硫铋铅铜银矿、硫铋铜矿连晶嵌布在黄铜矿中。粒度在 1~10  $\mu\text{m}$  之间。

硫铜银矿:有两个亚种,一种较纯,另一种含砷、铁。较纯的硫铜银矿为方铅矿中包体,粒度 10~20  $\mu\text{m}$ 。含砷、铁的硫铜银矿多呈细粒包裹在黄铜矿中或黄铜矿、方铅矿与黄铁矿的界面处或黄铁矿的裂隙中。粒度在 5~50  $\mu\text{m}$  之间。

硫铋铜银矿:常单独或与硫铋银矿、硫铋铜矿连晶嵌布在黄铜矿中。粒度在 3~30  $\mu\text{m}$  之间。

表 2 磁浮联合选别全流程闭路试验结果

工艺流程	产品名称	产率 %	品位 %			回收率 %		
			Cu	Fe	S	Cu	Fe	S
先磁 后浮	脱硫泡沫	6.34	0.24	59.65	20.52	5.41	8.93	3.72
	铁精矿	7.49	0.04	65.08	0.46	1.07	11.52	0.10
	铜精矿	2.06	10.56	36.77	39.10	77.37	1.79	2.30
	硫精矿	84.11	0.054	39.14	39.03	16.15	77.76	93.88
	总硫精	90.45	0.067	40.57	37.73	21.56	86.69	97.60
	合计	100.00	0.28	42.33	34.97	100.00	100.00	100.00
先浮 后磁	铜精矿	1.99	10.98	36.89	35.14	77.78	1.73	2.00
	脱硫泡沫	5.97	0.162	60.12	23.99	3.44	8.46	4.09
	铁精矿	7.65	0.061	65.38	0.84	1.66	11.78	0.18
	硫精矿	84.39	0.057	39.25	38.88	17.12	78.03	93.73
	总硫精	90.36	0.064	40.63	37.90	20.56	86.49	97.82
	合计	100.00	0.28	42.45	35.01	100.00	100.00	100.00

选铜尾矿重浮联合选硫试验采用重选的方法,预先获得部分硫精矿,以减少后续选硫的矿量,同时对重选尾矿进行硫的浮选试验,结果见表 3。

表 3 选铜尾矿重浮联合选硫最终选别试验结果

试验条件	产品名称	产率 %	硫品位 %	硫回收率 %
重浮联合流程	精矿	78.64	42.88	95.85
	尾矿	21.36	6.83	4.15
	给矿	100.00	35.18	100.00

试验结果表明,先浮后磁的指标好于先磁后浮,

## 2 选矿试验

随着开采范围的变化,矿石性质也有所变化,目前矿石的硫品位较以前低,而且还含有少量的磁铁矿石,而原有的试验仅仅对铜硫的分离进行了研究。为了充分的利用资源,为改扩建提供合理的设计依据,该矿采集矿样进行了磁浮联合选别、选铜尾矿重浮联合选硫等多次的试验研究工作。原有选矿试验采用一段磨矿选铜,选铜尾矿脱水后选硫的优先浮选流程,结果见表 1。

表 1 原有选矿试验结果

矿样	产品名称	产率 %	品位 %		回收率 %	
			Cu	S	Cu	S
东翼	铜精矿	1.529	17.12	36.49	79.95	1.61
	硫精矿	65.784	0.062	50.08	12.46	95.23
	尾矿	32.687	0.076	3.34	7.59	3.16
	原矿	100.00	0.33	34.59	100.00	100.00
东西翼混合	铜精矿	2.008	17.04	33.65	85.15	1.83
	硫精矿	68.986	0.06	51.52	10.30	96.09
	尾矿	29.006	0.063	2.65	4.55	2.08
	原矿	100.00	0.402	36.99	100.00	100.00

磁浮联合选别试验进行了先磁后浮和先浮后磁两种工艺流程的对比试验,结果见表 2。

而重浮联合选硫的指标则略好于全浮选选硫的指标。

## 3 现场生产工艺流程

矿山现有两座选厂,一期选厂和二期选厂。一期选矿厂主要处理西翼坑采矿石,有时也处理露采的大块矿石,规模为 61.2 万 t/a。二期选厂主要处理东翼露天开采的矿石,处理能力为 79.2 万 t/a。两选厂的选别流程均采用一段磨矿后铜硫分离的浮选流程,产出铜精矿和低品位硫精矿。

4 本次设计工艺流程的确定

该矿的主要矿物为黄铁矿, 次为磁铁矿、磁黄铁矿、黄铜矿、辉铜矿、褐铁矿、铜蓝、蓝辉铜矿、砷黝铜矿、孔雀石等, 含少量自然金、银矿。矿石性质并不是十分复杂, 目前我国处理此类矿石的选别工艺也是比较成熟的。由于原矿含水、含泥较高, 采用常规破碎流程易堵塞, 因此采用粗碎+半自磨+球磨的碎磨流程。

根据磁浮联合选别试验研究的结果, 先浮后磁流程铜、硫、铁精矿品位及回收率略高于先磁后浮, 而且先磁后浮流程磁选后需要增加脱水作业, 增加了工艺设计的复杂性。因此可以确定先浮选后磁选的原则流程。依据“抑多浮少”, 减少泡沫产品的夹杂的原则, 铜硫分离则确定采用“抑硫浮铜”的常规浮选流程。

浮选流程中硫的选别又有全浮选选别与重浮联合选别两种方案, 全浮选选别的建设投资、设备投资、水量消耗、工人相对较低, 而重浮联合选别能减少浮选药剂以及动力的消耗, 两方案的经济技术指标差别不大。从试验数据来看, 重浮联合选别能获得稍好的指标, 但是由于重选设备操作技术条件的限制, 不利于生产自动化, 需较多的工人进行操作控制, 大大增加了管理的难度, 并且现有选厂已经长期采用浮选流程进行工业生产, 流程较简单, 生产较稳定, 获得的指标也较好, 综合考虑, 确定硫的选别采用常规的全浮选选别工艺流程。全浮选选别与重浮联合选别经济技术指标比较结果见表 4。

表 4 全浮选选别与重浮联合选别经济技术指标比较结果

方案序号	项 目	方案 (全浮选选别) 总成本, 万元	方案 (重浮联合选别) 总成本, 万元	方案 - 万元
1	投资	4 948.64	5 527.04	578.40
2	选矿可比经营 (不含税)	6 944.18	6 785.96	1.78
3	可比销售收入 (不含税)	27 663.31	28 278.04	614.73
4	净现值 (ic=13%)	111 179.99	114 039.86	2 859.88

根据该矿矿石性质, 综合各种试验研究结果, 主要依据现有选厂的生产状况, 参考国内外类似选矿厂的

生产实践确定选矿工艺流程。设计工艺流程见图 1。



图 1 推荐工艺流程

碎磨采用粗碎+半自磨+球磨流程, 选别采用先浮选后磁选的原则选矿流程。浮选为铜优先浮选产出铜精矿, 选铜的尾矿再进行硫浮选产出硫精矿。选硫的尾矿进入磁选系统, 经两段磁选产出铁精矿。浮选精矿与磁选精矿经浓缩、过滤两段脱水得最终铜精矿、硫精矿、铁精矿。

5 结 语

(1)根据现场生产的矿石性质及各种流程试验的结果, 按本文的研究推荐改扩建采用粗碎+半自磨+球磨+浮选+磁选的原则选矿流程, 可产出铜精矿、高品位硫精矿和铁精矿。(2)由于此硫铁矿属于高硫矿床, 因此在铜的选别上需使用大量的石灰抑硫, 这就对后续选硫作业增加了困难, 需要添加大量的硫酸来调整 pH 值。而硫酸是属于急性有毒、有强腐蚀性的物质, 大量的添加容易引发安全事故, 并会对环境造成污染, 建议寻找新型的调整剂代替硫酸, 这在类似矿山已有先例。(3)铁精矿虽然品位能达到要求, 但是含硫超标, 建议对铁精矿进行再磨后浮选脱硫的试验研究工作。