

四川某含铁铜硫矿选矿工艺研究及生产实践

周怡玫

(四川省有色科技集团,四川 成都 610081)

摘要:针对四川某含铁铜硫矿石性质的特点,进行了详细的选矿工艺对比试验研究,最终采用铜硫混选-再磨分离-尾矿选铁的选矿工艺流程。该工艺流程结构紧凑合理,在原选厂地理位置狭窄的情况下,可充分利用旧选厂的设备进行改扩建,即原选厂的铜系统用作铜硫混选作业,只需增加铜-硫分离作业的较少设备及回收铁的弱磁选机便可。实验室闭路试验结果表明,采用该新选矿工艺流程可获得铜品位 22.78%、回收率 87.32% 的铜精矿;硫品位 43.89%、回收率 50.27% 的硫精矿;铁品位 63.34%、回收率 40.76% 的铁精矿(对原矿磁性铁的回收率为 92%)。选矿厂按该选矿工艺流程改扩建后获得的工业生产指标与实验室的选别指标相吻合,使企业的经济效益得到了较大幅度的提高。

关键词:铜硫矿混选;磁铁矿;选矿工艺;技术改造

中图分类号:TD952 **文献标识码:**A **文章编号:**1000-6532(2012)05-0060-04

某中小型含铁铜硫矿山,因建厂初期硫、铁品位较低,故选矿工艺流程只考虑了回收铜。随着采矿往深部进行,矿石中硫和铁的含量升高,原矿中的硫、铁分别高达 8% 和 18% 以上。为了适应矿石的性质,充分利用矿产资源,达到综合回收利用,增加企业的经济效益,需要对选厂工艺流程进行技改。另外选厂地理位置狭窄,也对改扩建工程提出了较高的要求。

根据矿石性质,本研究对矿石中各有用矿物的回收进行了详尽的选矿工艺研究,为铜、铁、硫的全面回收提供了切实可行的工艺流程方案。实验室进行了铜硫优先浮选和铜硫混选-再磨分离浮选工艺流程方案的对比试验。最终确定采用铜硫混选-再磨分离-尾矿选铁的工艺流程。选厂改扩建工程完成后的工业试生产也获得了与小试基本一致且稳定的铜、硫和铁选矿指标。

1 矿石性质

1.1 主要化学成分分析及物相分析

原矿化学多项分析结果见表 1,铜、铁物相分析结果分别见表 2、3。

表 1 原矿化学多项分析/%

Table 1 Chmeical analysis of raw ore

Cu	S	Fe	P	SiO ₂	Al ₂ O ₃	CaO	MgO
1.85	8.76	18.92	0.0051	42.75	2.62	3.51	0.86

表 2 铜物相分析结果

Table 2 Analysis results of copper phase

铜相别	硫化铜	氧化铜	其它铜	总铜
含量/%	1.67	0.16	0.06	1.89
占有率/%	88.30	8.47	3.23	100.00

表 3 铁物相分析结果

Table 3 Analysis results of iron phase

铁相别	磁性铁	硫化铁	其它	总铁
含量/%	7.10	6.69	3.06	16.85
占有率/%	42.15	39.70	18.15	100.00

1.2 矿石矿物组成及嵌布特性

该矿石为浸染状铜硫矿石,矿石中主要金属矿物为黄铜矿、黄铁矿、磁铁矿,其次为铜蓝、辉铜矿、磁黄铁矿、赤铁矿等,脉石矿物为石英、钠长石、绢云母、绿泥石、滑石等。

黄铜矿:矿石中最主要的铜矿物,嵌布粒度较

收稿日期:2012-07-04;

作者简介:周怡玫(1963-),女,高级工程师,主要从事选矿技术研究工作。

细,大部分粒度为0.011~0.2mm。多呈它形粒状、脉状或不规则状产出,与黄铁矿、磁铁矿、脉石矿物的嵌布关系较复杂,需细磨才能使其解离。

黄铁矿:矿石中最主要的金属硫化矿物,粒度为0.01~0.75mm。多呈自形、半自形粒状产出,在黄铁矿的裂隙中常有黄铜矿、铜蓝、磁铁矿等矿物充填交代,且常有黄铜矿等的微细粒包裹体。黄铁矿较易浮,给铜硫分离带来困难。

磁铁矿:矿石中最主要的铁矿物,嵌布粒度较细,大部分粒度为0.005~0.1mm。主要呈半自形粒状、块状产出,分布不均匀且与黄铜矿、黄铁矿等矿物的嵌布关系较复杂、共生紧密。

2 选矿试验研究

2.1 铜硫浮选试验

2.1.1 试验方案的制定

根据生产现场考察结果,分析铜选矿指标不佳的主要原因有:一是分级机溢流的细度为-0.074mm70%,黄铜矿的单体解离度仅为61%,磨矿细度不够;二是硫铁矿易浮,难以抑制,造成铜与硫分离困难。

根据矿石性质,进行了一段直接细磨矿选别和二段磨矿选别工艺的对比探索试验,结果表明,二段磨浮工艺指标优于集中细磨,铜精矿品位和回收率均提高2%左右,并且二段磨可节约磨矿成本,更好的控制磨矿细度。铜硫分离流程主要有优先浮选、部分优先浮选和混合-分离浮选三种,其中,铜硫混合-分离浮选流程最短,需要的浮选槽最少,比其他两种流程可节省约1/3的浮选机,是更适合该选矿厂布局的方案。先期的探索试验结果也表明,采用该工艺流程可行,且指标好于前两个流程。

2.1.2 铜硫混合浮选试验

2.1.2.1 铜硫混选石灰用量试验

铜硫混选一般在中性介质中进行,在粗磨-0.074mm63%时进行了石灰用量试验,试验结果见图1。试验流程为一粗二扫,铜硫粗选3min,丁基黄药用量为80g/t,2#油用量为20g/t;扫I1.5min、药剂用量为减半;扫II1min、药剂用量再减半。图1结果表明,不添加石灰铜的回收率较低,当石灰用量在600g/t,PH值为7左右时,铜、硫品位和回收率指标较好。

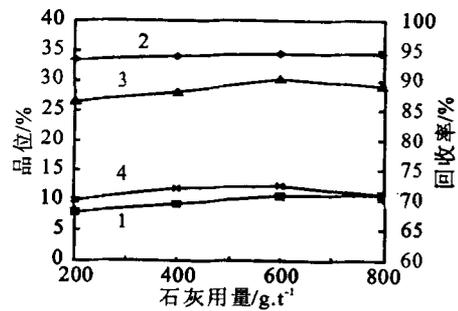


图1 铜硫混选石灰用量试验结果

Fig. 1 Test results of lime dosage of copper and sulfur bulk flotation

2.1.2.2 铜硫混选磨矿细度试验

在粗选石灰用量600g/t,丁基黄药总用量120g/t的条件下,进行了磨矿细度试验,试验结果见图2。图2表明,铜硫混选磨矿细度在-0.074mm60%~65%时铜、硫的回收率指标较高,再增加磨矿细度,能耗增加,选矿成本也相应增加。

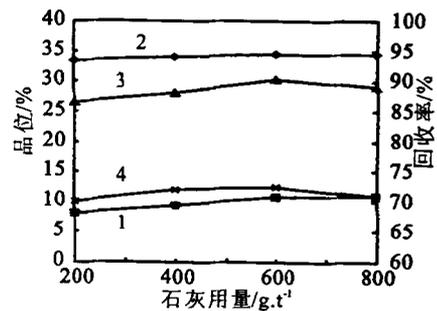


图2 铜硫混选磨矿细度试验结果

Fig. 2 Test results of grinding fineness of copper and sulfur bulk flotation

2.1.3 铜硫分离试验

2.1.3.1 铜硫分离再磨细度试验

将铜硫混合精矿进行铜-硫分离试验,铜硫分离再磨细度试验流程见图3,试验结果见图4。图4结果表明,混合精矿再磨后分离,铜、硫分离指标较好,在-0.043mm80%时,铜、硫指标达到较好,与不磨相比较铜品位提高3%~4%,回收率提高7%~8%;硫的品位提高3%,回收率提高6%。

2.1.3.2 铜-硫分离组合抑制剂试验

铜-硫分离常采用石灰作为硫铁矿的抑制剂,但是对浮游性较好的硫铁矿抑制能力有限。本研究采用一种组合抑制剂石灰+T2000,取得了较好的抑制效果。

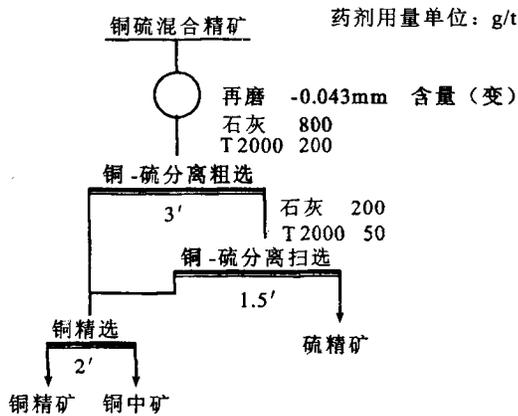


图3 铜-硫分离再磨细度试验流程

Fig. 3 Test flowsheet of re-grinding fineness of copper and sulfur separation

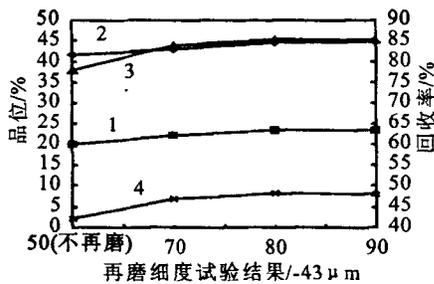


图4 铜-硫分离再磨细度试验结果

Fig. 4 Test results of re-grinding fineness of copper and sulfur separation

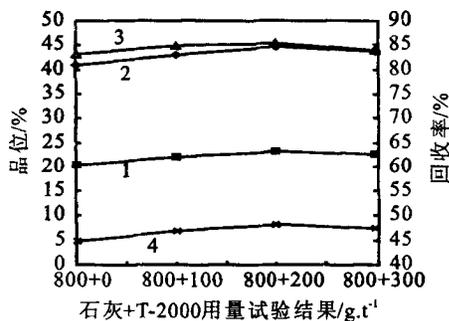


图5 石灰+T2000 组合抑制剂用量试验结果

Fig. 5 Test results of the dosage of the combined inhibitor of lime and T2000

在固定石灰用量 800g/t,进行 T2000 用量试验,试验结果见图 5。从图 5 可以看出,石灰+T2000 组合抑制剂对硫铁矿有较好的抑制作用,随着其用量的增加铜品位提高,当粗选石灰+T2000 用量达到 800+200g/t 时,铜、硫分离指标最好,随后分离指标下降。

2.1.4 铜硫浮选闭路试验

在确定的选矿工艺流程及最佳的药剂制度下进行了闭路试验,试验流程见图 6,试验结果见表 4。

表 4 浮选闭路试验结果

Table 4 Closed-circuit test results of flotation

产品名称	产率 / %	品位 / %			回收率 / %		
		Cu	S	Fe	Cu	S	Fe
铜精矿	7.18	22.78	30.21	21.66	87.32	24.77	9.26
硫精矿	10.03	1.13	43.89	42.69	6.05	50.27	25.49
尾矿	82.79	0.15	2.64	13.24	6.63	24.96	65.25
原矿	100.00	1.87	8.76	16.80	100.00	100.00	100.00

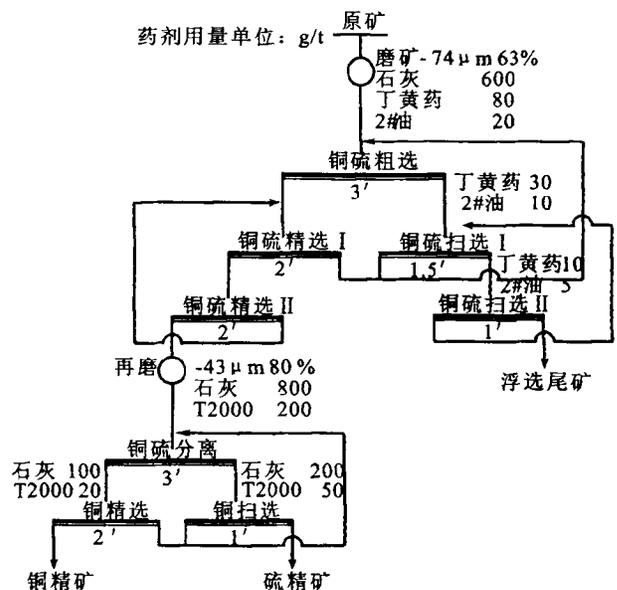


图6 铜硫混选-再磨-分离浮选闭路试验流程

Fig. 6 closed-circuit test flowsheet of copper-sulfur bulk flotation-regrinding-separation

2.2 综合回收选铁试验

铜硫浮选尾矿中含铁品位达 13% 左右,其中的磁性铁约占 46%,因此有必要回收尾矿中的铁矿物。工艺矿物学研究结果表明,浮选尾矿中铁的嵌布粒度极细,要获得高品质的铁精矿,必须再磨再选。探索试验结果表明,浮选尾矿经过弱磁粗选(场强 0.14T),粗精矿再磨(-0.043mm93%)后精选(场强 0.08T),可获得铁品位 63.34%,回收率 40.76%(对原矿磁铁矿回收率约 92%)的铁精矿。

3 选厂改扩建及生产实践

依据小型试验提供的选矿工艺选流程,对现有

选厂进行了改扩建。在原矿处理量不变前提下,增加硫和铁的回收作业。其改扩建方案为:(1)将原来的铜浮选循环改成铜硫混合浮选,其工艺为一段磨矿,一粗二扫二精流程。(2)铜-硫分离部分,安装一台小球磨机并增加9槽0.25m³的浮选机,其工艺为粗精矿再磨,一粗一扫二精浮选流程。(3)选铁部分,安装一台小球磨机,一台φ600×900mm永磁筒式弱磁选机和两台φ400×450mm永磁筒式弱磁选机,其工艺为弱磁选后铁粗精矿再磨,两次精选的磁选流程。

表5 六个月铜、硫平均生产指标

Table 5 The average production indicators of copper sulfur in six months

产品 名称	产率 /%	品位/%			回收率/%		
		Cu	S	Fe	Cu	S	Fe
铜精矿	6.58	21.88	29.45	20.43	85.72	21.26	8.01
硫精矿	11.13	1.12	41.28	38.89	7.42	50.40	25.78
浮选尾矿	82.29	0.14	3.14	13.51	6.86	28.34	66.21
原矿	100.00	1.68	9.12	16.79	100.00	100.00	100.00

表6 六个月铁平均生产指标

Table 6 The average production indicators of iron in six months

产品 名称	产率 /%	品位/%		Fe 回收率 /%
		Fe	S	
铁精矿	8.82	62.13	0.34	37.88
尾矿	91.18	9.86	3.73	62.12
给矿(浮选尾矿)	100.00	14.47	3.43	100.00

试生产结果表明:整个工艺流程畅通,浮选部分的铜-硫分离作业进行药剂优化后分离效果良好,指标稳定;磁选部分铁的选别指标先期不太稳定,波动较大,究其原因是在再磨的细度问题,因球磨机给矿

量和补加水不合理所致。调整后,磨矿细度趋于稳定,达到了-0.43mm 91%,此后铁品位基本稳定在60%~63%。半年的生产平均指标见表5、6。

生产实践结果表明,研究的铜硫混选一再磨分离-尾矿选铁工艺流程具有适应性强、指标好、改扩建费用低等优点,它是某中小型含铁铜硫矿山较合理的选矿工艺流程。

4 结 论

1. 四川某含铁铜硫矿石随着采矿往深部进行,矿石中硫和铁的含量随之升高,原选矿工艺流程已不能适应矿石性质的变化,另外选厂地理位置狭窄,对改扩建所选择的选矿工艺流程提出了较高的要求。

2. 根据该矿石性质,研究的铜硫混选一再磨分离-尾矿选铁工艺流程不但较好的满足了上述要求,且还充分考虑了利用旧选厂的设备和地理条件有限的情况。

3. 六个月的生产实践结果表明,依据研究的选矿工艺流程进行的改扩建工程投产后,获得了与小型试验指标接近且稳定的铜、硫和铁选矿指标。选矿厂的技术经济指标得到明显的改善,并且有效的回收了矿石中的硫和铁,使企业的经济效益得到了较大的提高。

参考文献:

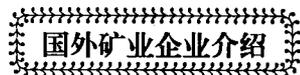
- [1] 四川某地含铁铜硫矿选矿工艺研究[R]. 成都:四川有色科技集团,2010.
- [2] 四川某地含铁铜硫矿选矿厂改扩建及工业试验研究[R]. 成都:四川有色科技集团,2011.
- [3] 胡为柏. 浮选[M]. 北京:北京冶金工业出版社,1983.
- [4] 胡熙庚. 有色金属硫化矿选矿[M]. 北京:北京冶金工业出版社,1984.

Research on Mineral Processing Technology of a Certain Iron-copper-sulfur Ore and Production Practice in Sichuan

ZHOU Yi-mei

(Sichuan Non-ferrous Technology Group Co. Ltd, Chengdu, Sichuan, China)

Abstract: Directed at the properties of the copper-sulfide ore containing iron in Sichuan, through comparison experiment research on mineral processing technology, finally the technological flowsheet of copper-sulfur bulk flotation—regrinding separation—recovering iron from tailings. The flowsheet not only has compact and reasonable structure, but also can make full use of the old plant equipment for renovation and expansion. That is to say, the copper system



澳大利亚蒙特艾萨锌-铅-银-铜矿山

李长根

(北京矿冶研究总院, 北京 100044)

摘要:澳大利亚蒙特艾萨锌-铅-银-铜矿山是澳大利亚大型矿冶企业之一。它由两个独立的锌-铅-银矿山和选矿厂,以及铜矿山和选矿厂组成。截至2007年6月底,证实和控制的铜矿石储量为8400万t,含铜1.8%~3.4%;锌-铅-银矿石储量为8400万t,含锌4.8%~8.8%,铅2.2%~5.5%和银39~125g/t。铜矿山采用分段空场采矿法开采矿石;锌-铅-银矿山采用分段空场采矿法和落顶充填采矿法开采矿石。铜选矿厂采用半自磨/球磨-易浮矿物预先浮选-铜粗选-浮选柱精选-浮选机再精选工艺流程,得到铜精矿。锌-铅-银矿石选矿工艺流程包括棒磨/球磨-铅粗选-粗精矿艾萨磨再磨-铅精选-浮选铅精矿常温反浮选易浮矿物,获得铅精矿;铅粗选尾矿进行锌粗选-浮选柱精选-粗选尾矿艾萨磨再磨-锌再选-再选精选,获得锌精矿。矿山矿产品产量为铜矿山670万t/a铜矿石,锌-铅-银矿石650万t/a,矿产锌226529t/a(锌精矿);粗铅锭125195t/a,银826万盎司/a(粗铅锭),阳极铜217907t/a,矿产铜172552t/a(铜精矿)。

关键词:矿山;选矿厂;坑下采矿;露天采场;铜矿;锌矿;铅矿;银矿;磨矿;浮选;半自磨;艾萨磨矿机;詹姆森浮选机;浮选柱;超细磨

中图分类号:TD952 文献标识码:A 文章编号:1000-6532(2012)05-0064-06

澳大利亚蒙特艾萨锌-铅-银-铜矿山公司(Mount Isa Zinc-Lead-Silver-Copper Mine)是一个澳大利亚大型矿冶联合企业之一^[1-4],隶属澳大利亚Exstrata PLC矿业公司,由一个独立的铜矿山和选矿厂、一个锌-铅-银矿山和选矿厂、一个铜冶炼厂,一个铅冶炼厂和一个锌精矿过滤厂组成。该公司所属的4个地下采场组成了世界上最大的地下矿山^[5-6]。该公司铜矿山是世界上最深的地下矿山,井内的竖井深度已经到达1900m^[7]。该矿冶公司生

产阳极铜、含银的粗铅锭和锌精矿。

锌-铅-银矿床于1923年发现,蒙特艾萨矿山公司(MIM)于1924年成立,铜矿床于1927年发现。1934年锌-铅-银矿山投产,直到1943年才开采和选别铜矿石,但是,到1946年铜矿石开采停止。直到1953年才同时开采和处理锌-铅-银矿石和铜矿石^[6]。

蒙特艾萨铜矿山由两个地下矿山(X41矿山和Enterprise矿山)和一个选矿厂组成。铜选矿厂处理

in the original concentrator can be used for copper-sulfur bulk flotation, only adding the less equipment of copper-sulfur separation and the low-intensity magnetic separation machine used for the recovery of iron. The results of closed-circuit test show that when this new technological flowsheet was adopted, the copper concentrate with the grade of 22.78% and the recovery of 87.32%, the sulfur concentrate with the grade of 43.89% and the recovery of 50.27% and the iron concentrate with the grade of 63.34% and the recovery of 40.76% were obtained (the magnet iron recovery as 92% for the raw ore). The economic indexes obtained according to this new mineral processing flowsheet are coincided with those in the laboratory. The economic benefit of enterprise was greatly improved.

Key Words: Copper-sulphur bulk flotation; Magnetite; Mineral processing technology; Technical transformation

收稿日期:2012-08-12

作者简介:李长根(1941-),男,教授级高级工程师,主要从事矿物加工及资源综合利用研究工作。