

新疆某高硫磁铁矿选矿试验研究^{*}

夏军, 陈永伟, 王博

(山东金岭矿业股份有限公司, 山东 淄博 255081)

摘 要:新疆某磁铁矿石含 TFe 27.30%, S 2.80%, 磁铁矿嵌布粒度微细, 硫主要以黄铁矿和磁黄铁矿为主, 且与磁铁矿关系密切, 属于难处理含硫磁铁矿。根据矿石性质, 确定采用预先抛尾—磁选—反浮选脱硫的工艺流程, 最终获得了 TFe 品位 65.68%、铁回收率 71.18%、硫含量 0.25% 的铁精矿, 该工艺为同类型高硫磁铁矿的处理提供了思路。

关键词:高硫磁铁矿; 脱硫; 反浮选; 磁选

中图分类号:TD951.1 **文献标识码:**B **文章编号:**1001-0076(2015)02-0037-04

DOI:10.13779/j.cnki.issn1001-0076.2015.02.009

Desulfurizing and Upgrading of the Iron Concentrate from a High Sulfur Magnetite Ore from Xinjiang

XIA Jun, CHEN Yongwei, WANG bo

(Mineral Processing Department of Shandong Jinling Iron Mine, Zibo 255081, Shandong, China)

Abstract: A refractory magnetite ore in Xinjiang contains pyrrhotite with the content of TFe 27.30% and S 2.80%. Pyrrhotite that mineral dissemination particle sizes was fine was closely connected with sulfur which were mainly composed of pyrite and aikinite. The technological process of pre-concentration for discarding gangue minerals, magnetic separation and reverse flotation for desulfuration was determined according to the ore properties, and a final iron concentrate containing 65.68%, a recovery of 71.18%, with a S content of 0.25% was obtained.

Key words: high sulphur magnetite; desulphurization; reverse flotation; magnetic separation

在市场经济条件下, 炼铁企业为追求更高的经济效益及利润, 对铁精矿质量提出了越来越高的要求, 目前国际上优质球团矿的主要质量指标已提高到铁含量 $\geq 65\%$, 磷含量 $\leq 0.05\%$, 硫含量 $< 0.01\%$ 等^[1]。硫含量是铁精矿的一个重要指标, 硫含量的高低将直接影响铁精矿的质量和销售价格, 但我国铁矿资源具有贫矿多、富矿少、矿物嵌布粒度细、含杂质 S、P、SiO₂ 高的矿石比例大等特点, 因此降低铁精矿中的硫含量, 满足炼铁和炼钢的要求是高硫磁铁矿开发利用的重要课题^[2]。本试验针对 TFe 品位为 27.30%, 硫含量 2.80% 的某难选高硫磁铁矿石进行选矿试验, 确定了适于处理该类矿石的选

别工艺和技术条件。

1 矿石性质

试验样品取自地质矿槽, 基本代表现在生产原矿的性质。矿石中有用矿物主要为磁铁矿, 其次为假像赤铁矿, 少量黄铁矿、磁黄铁矿等。脉石矿物主要为石英、黑云母、透闪石、透辉石、方解石等。矿石结构构造主要为致密块状构造, 其次为条带状、浸染状等构造。磁铁矿呈黑色、钢灰色, 粒径 0.4~1.2 mm, 多呈自形—半自形粒状结构及他形—半自形粒状结构。原矿中铁主要以磁性铁(磁铁矿+假像赤铁矿)形式存在, 占 76.33%; 原矿中硫化铁(黄铁矿

^{*} 收稿日期: 2015-03-27

作者简介: 夏军(1988-), 男, 本科, 助理工程师, 从事选矿生产管理工作。

+磁黄铁矿)含量相对较高,占 10.63%。矿石主要多元素化学分析结果和铁物相分析结果分别见表 1、2。

表 1 矿石多元素化学分析结果 /%

元素	TFe	S	FeO	Fe ₂ O ₃	SiO ₂	Al ₂ O ₃	CaO	MgO	P
含量	27.30	2.80	12.90	24.69	32.00	5.31	9.63	4.55	0.085

表 2 铁物相分析结果 /%

物相	磁铁矿	假象赤铁矿	赤铁矿	褐铁矿	碳酸盐	磁黄铁矿	黄铁矿	硅酸盐	合计
	中铁	矿中铁	矿中铁	矿中铁	中铁	矿中铁	中铁	中铁	
含量	20.49	0.35	1.36	0.35	1.02	1.88	1.85	27.30	
分布率	75.05	1.28	4.98	1.28	3.74	6.89	6.78	100.00	

2 选矿试验

2.1 试验方法的确定

由矿石性质可知,矿石中主要有用矿物为磁铁矿但考虑原矿铁品位较低,可采用预先抛尾、阶段磨矿阶段磁选的方法提高铁精矿品位。同时矿石中含硫较高,硫主要以黄铁矿和磁黄铁矿形式存在,可采用浮选进行脱硫^[3]。由于原矿中含有少量磁黄铁矿,而磁选难以将磁黄铁矿与磁铁矿分离,先磁后浮流程易使磁黄铁矿进入铁精矿中,造成精矿脱硫困难^[4]。采用先浮后磁流程可以先浮选将硫化矿尽可能多的加收,使浮选尾矿中硫含量降至 0.3% 以下,浮选尾矿再磁选获得铁精矿^[5]。因此拟定试验方案为预先抛尾—一段磨矿磁选—二段磨矿反浮选脱硫—二段磁选流程。

2.2 预抛尾试验

为了提高原矿入选品位降低选矿成本,开展弱磁预抛尾试验,试验设备采用 YC 系列干式磁选机。考虑到生产中破碎粒度的下限,将矿样破碎至 -8 mm,在磁场强度为 114.41 kA/m 的条件下进行抛尾,试验结果如表 3 所示。试验结果可以看出:预抛尾可丢弃 20% 左右低品位尾矿,提高原矿品位 5% ~6%,说明粗粒抛尾是可行的。

表 3 粗粒抛尾试验结果 /%

产品	产率	品位		回收率	
		TFe	S	TFe	S
精矿	79.98	32.08	2.25	92.33	41.24
尾矿	20.02	10.65	3.76	7.67	58.76
给矿	100.00	27.79	2.80	100.00	100.00

2.3 磨矿细度的确定

以预抛尾精矿作为原料进行磨矿细度试验,磨矿设备采用 XMB-67 240×90 锥型球磨机,磁选设备采用 XCGS-73 Φ50mm 磁选管,磁场强度 H 为 114.41 kA/m,试验结果见图 1。由图 1 可知:(1)随着磨矿细度增加铁精矿品位提高明显,当磨矿细度达到 -0.074 mm 90% 左右时,铁精矿品位可达 65%,而这样的磨矿细度工业上一般需设两段磨矿。(2)通过磁选可以除去原矿中部分的硫,但即使铁精矿品位大于 65%,其中硫含量仍有 1.6% ~ 1.8%,属超标范畴。最终确定磨矿细度 -0.074 mm 大于 90%。

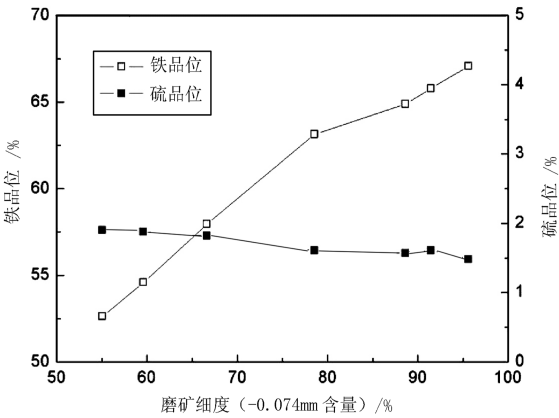


图 1 磨矿细度试验结果

2.4 磁选—反浮选试验

从选矿磨矿成本出发,磨矿宜采用两段磨矿工艺,考虑到一段磨矿合理粒度范围,选择 -0.074 mm 60% ~70% 是合适的。磁选工艺流程也对应阶段磨选工艺,即在一段粗磨后用磁选丢弃部分合格尾矿,粗精矿再进入二段再磨再选。先浮后磁可防止磁黄铁矿混入铁精矿,故采用一段磨矿磁选—二段磨矿浮选脱硫—二段磁选流程,确保铁精矿含硫量 <0.3%。

2.4.1 一段磁选试验

在磨矿粒度为 -0.074 mm 66.64% 时进行一段磁选磁场强度条件试验,试验结果见表 4 所示。通过试验结果看出:(1)95.50 ~ 119.37 kA/m 磁场强度即可满足一段磁选的要求,考虑到一段磁选尽可能提高回收率,选择磁场强度 119.37 kA/m;(2)一段磁选可得粗精矿品位为 54% ~56%,此时可以丢

掉产率 63%、品位 11% 左右尾矿,大大减少进入二段磨选的量,这对降低选矿成本是极为有利的。

表 4 一段磁选磁场强度条件试验结果 /%				
磁场强度 /(kA·m ⁻¹)	产品名称	产率	品位	回收率
79.58	精矿	35.81	56.90	73.70
	尾矿	64.19	11.33	26.30
	给矿	100.00	27.65	100.00
95.50	精矿	36.06	56.65	74.06
	尾矿	63.94	11.19	25.94
	给矿	100.00	27.58	100.00
119.34	精矿	36.57	56.63	74.56
	尾矿	63.43	11.14	25.44
	给矿	100.00	27.78	100.00
143.24	精矿	38.96	54.59	76.15
	尾矿	61.04	10.91	23.85
	给矿	100.00	27.93	100.00

2.4.2 反浮选试验

将一段磁选所得到的粗精矿在确定的浮选药剂制度下进行反浮选试验,试验条件见图 2。

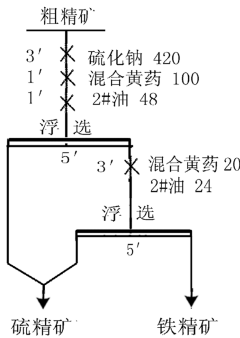


图 2 反浮选试验条件

通过进行试验确定较适宜的粗选药剂制度为:混合黄药 100 g/t、2#油 48 g/t、硫化钠 420 g/t。为进一步降低浮选尾矿中硫的品位和提高铁的回收率,增加扫选试验,其中扫选精矿与粗选精矿合并为硫精矿产品,扫选适宜的药剂制度为:混合黄药 20 g/t、2#油 24 g/t。试验结果如表 5,试验结果表明通过反浮选试验可将铁精矿 S 品位降低至 0.3% 以下。

表 5 反浮选试验结果 /%			
产品名称	产率	S 品位	S 回收率
硫精矿	5.03	28.13	84.17
铁精矿	94.98	0.28	15.83
给矿	100.00	1.68	100.00

2.4.3 二段磁选试验

将浮选所得到的铁精矿再磨至 - 0.074 mm 90%,在此基础上开展二段磁选试验,试验结果如表 6 所示,在选定的磁场强度 79.58 ~ 143.24 kA/m 范围内均可得到较好的分选指标,磁场强度对分选指标影响不大,为保证得到 65% 以上铁品位考虑选用磁场强度 95.50 kA/m。

表 6 二段磁选磁场强度条件试验结果 /%				
磁场强度 /(kA·m ⁻¹)	产品名称	产率	品位	回收率
79.58	精矿	81.61	65.89	94.96
	尾矿	18.38	12.13	5.04
	给矿	100.0	56.63	100.0
95.50	精矿	82.43	65.28	95.02
	尾矿	17.57	12.17	5.28
	给矿	100.0	56.63	100.0
119.34	精矿	83.16	64.92	95.33
	尾矿	16.84	11.78	4.97
	给矿	100.0	56.63	100.0
143.24	精矿	83.57	64.75	95.55
	尾矿	16.43	11.12	4.45
	给矿	100.00	56.63	100.00

2.5 全流程试验

根据条件试验确定的工艺参数,进行如图 3 所示的预先抛尾——一段磨矿磁选——二段磨矿反浮选脱硫——二段磁选联合流程试验,试验结果如表 7 所示。最终获得铁精矿品位 65.68%、硫含量 0.25% 的技术指标,同时回收硫,硫含量 28.13%,回收率 70.21%。

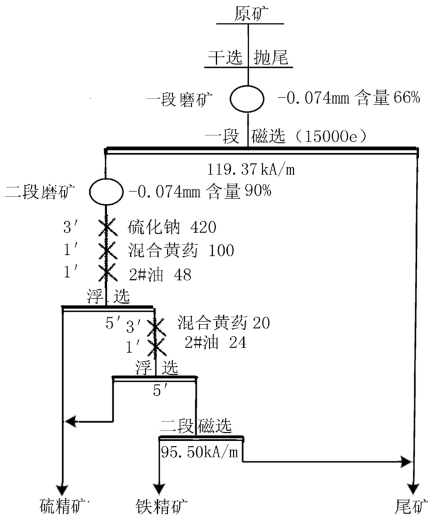


图 3 全流程试验

表 7 联合流程试验结果 /%

产品	产率	品位		回收率	
		TFe	S	TFe	S
铁精矿	29.59	65.68	0.25	71.18	9.75
硫精矿	6.98	21.54	28.13	14.99	70.21
尾矿	63.43	10.84	0.21	13.83	20.04
给矿	100.00	27.30	2.80	100.00	100.00

3 结论

(1)该矿石中磁铁矿嵌布粒度微细,属难处理含硫磁铁矿,通过预先抛尾可剔除 20% 以上低品位(11%左右)尾矿,可将入选矿石品位提高 5% (从 27% 提高到 32%),达到提高入磨品位、降低选矿成本的目的。

(2)由于矿石中含有少量磁黄铁矿,而磁选难以将磁黄铁矿与磁铁矿分离,采用单一磁选流程铁精矿中硫含量仍在 1.6% ~ 1.8%。采用预先抛

尾——一段磨矿磁选—二段磨矿浮选脱硫—二段磁选联合流程,在试验条件下可以获得铁精矿品位 65.68%、硫含量 0.25% 的技术指标,同时回收硫,硫含量 28.13%、回收率 70.21%。

参考文献:

[1] 余永富. 国内外铁矿选矿技术进展及对炼铁的影响[J]. 矿冶工程,2004(2):26-29.

[2] 任金菊,赵笑益,宁新霞. 低品位磁铁矿石选铁除硫试验研究[J]. 矿产保护与利用,2006(2):30-32.

[3] 张凌燕,周少军,唐华伟. 青海省某高硫磁铁矿选矿试验研究[J]. 金属矿山,2008(9):48-50.

[4] 冯婕,苑光国,樊岩,等. 难选高硫铁矿提质降硫选矿工艺试验[J]. 山东冶金,2013(2):33-35.

[5] 孟宪瑜. 磁铁矿与磁黄铁矿的浮选分离的试验研究[J]. 有色矿冶,2011(5):16-17.

全国矿产资源“三率”及开发水平调查项目验收会议在京召开

4月18日,中国地质调查局华北项目办组织专家在北京对中国地质科学院郑州矿产综合利用研究所承担的地质调查计划项目《全国矿产资源“三率”及开发水平调查》中的两个工作项目《全国重要矿山“三率”综合调查与评价》、《全国重要矿山“三率”综合调查与评价信息系统》进行评审验收。专家组以陈毓川院士、古德生院士、于润沧院士等知名专家组成,分别来自国土资源部、中国地质调查局、中国地质科学院、中南大学、中国恩菲工程技术有限公司、中国石油油气储量评审办公室、东北大学等单位。国土资源部矿产资源储量司司长许大纯、中国地质调查局副局长李金发等领导出席会议并做重要讲话。会议由中国地质调查局资源评价部副主任龙宝林主持。

《全国重要矿山“三率”综合调查与评价》项目完成了煤炭、石油、天然气、铁矿、金矿、萤石等 22 个矿种 19 385 个矿山(含油气田)的“三率”调查,绘制了全国 22 种矿产在产矿山分布图,建设了全国重要矿产矿山数据库,对重点矿山进行了实地核查,取得的数据经过了相关省厅和国家行业协会的认定;研究编写了“矿产资源综合利用技术指标及其计算方法”行业标准,厘定了石油、天然气、煤炭、金属矿产及非金属矿产的“三率”涵义,组织研制了煤炭、黄金等 18 种矿产“三率”指标要求,符合我国矿产开发利用实际,已由国土资源部发布;基本查明了我国主要矿种开发利用“三率”现状,调查、汇总分析了各种矿产的尾矿利用率、回水利用率等技术指标,调查结果客观反映了我国重要矿产资源“三率”及利用现状;对比分析了国内外矿产开发利用状况及相关“三率”指标;全面分析了各类矿产“三率”的影响因素,研究探讨了我国矿产开发利用取得的主要成绩和存在的问题,并提出了相关建议。

《全国重要矿山“三率”综合调查与评价信息系统》项目设计并建立了全国重要矿山“三率”调查与评价数据库,数据库结构合理,数据项齐全,数据质量控制措施得力;设计开发了包含全国重要固体矿产资源“三率”调查报盘软件、全国重要矿产资源“三率”综合评价软件、全国油气资源“三率”调查数据采集评价软件、全国重要矿山“三率”调查与评价 GIS 展示软件等功能模块的全国重要矿山“三率”综合调查与评价信息系统,系统功能完善,可操作性强;开发建设了全国矿产资源节约与综合利用专项管理数据库及信息分析系统。

专家组成员认真听取了项目组的汇报,仔细审查了原始资料和研究报告,经质询讨论,认为两项目提交资料齐全,基础工作扎实,成果丰硕实用,完成了规定的目标任务,一致同意通过评审验收。