

铁矿尾矿分选试验研究

张开永¹, 曲鸿鲁², 刘渝燕², 张 军²

(1. 华北科技学院环境工程学院, 北京 101601;

2. 山东省地质科学试验研究院, 山东 济南 250013)

摘要:对铁矿尾矿进行多元素分析、粒度分布和铁物相分析的基础上选择试验方案,对矿石中的磁铁矿矿物进行条件试验,考查了粒度、场强、给矿浓度、给矿时间等因素。确定磁选加重选的联合流程工艺为该铁尾矿较佳的分选工艺。采用该工艺,最终获得铁混合精矿的产率为9.39%,精矿回收率为27.91%,精矿品位62%,分选效果良好。试验结果不仅可有效回收尾矿中的铁,而且也部分解决了该矿的尾矿堆存问题,为今后矿山的开发利用和实现循环经济的发展奠定了基础,具有很大的潜力以及经济和社会效益。

关键词:铁矿尾矿;磁选;摇床;铁精矿

doi: 10.3969/j.issn.1000-6532.2013.03.016

中图分类号:TD951 文献标识码:A 文章编号:1000-6532(2013)03-0067-04

从科学发展的高度和可持续发展的需要出发,矿产资源的再生,特别是二次资源的回收利用日益受到重视^[1]。在对某地铁矿的开发与加工过程中,随着生产年限的逐渐增加,铁矿尾矿库已近存满,不仅不能继续使用,而且还占用土地、污染环境和水源。目前对该尾矿库的处理办法是采用浓缩过滤、滤饼井下回填的方法。因直接回填造成尾矿库中铁资源的浪费,所以需要尾矿中的铁矿物进行回收和利用。既是二次资源的加工,也是减少尾矿堆积、进一步开发利用尾矿的基础,为循环经济的的发展和创造新的社会效益开辟新的途径。

1 尾矿性质

1.1 矿物组成

该尾矿镜下检查表明,尾矿中铁矿物主要为假象赤铁矿、赤铁矿,其次为磁铁矿、半假象赤铁矿及褐铁矿等,其他金属矿物尚有黄铁矿、黄铜矿、铜兰、自然铜等。单体磁铁矿及半假象赤铁矿很少见。

1.2 元素分析

尾矿多元素分析结果见表1。

表1 试样多元素分析结果/%

Table 1 The analysis results of multi-elements of the samples

SiO ₂	Al ₂ O ₃	TFe	CaO	MgO	FeO	SFe
25.91	3.75	20.89	14.60	5.86	3.94	18.40
Ti	S	P	Mn	Cu	Pb	Zn
0.11	1.14	0.15	0.11	0.158	0.0016	0.0179

1.3 粒度分布

表2 筛分试验及各粒级的铁含量

Table 2 The screening test and the iron content of different particle size

粒级 /mm	产率 /%	累计产率 /%	铁品位 /%	铁分配率 /%
+0.42	2.26	2.26	6.65	0.72
-0.42+0.180	6.93	9.19	7.83	2.76
-0.18+0.125	13.59	22.78	12.04	7.95
-0.125+0.106	6.55	29.33	16.23	5.32
-0.106+0.080	2.96	32.29	19.85	2.53
-0.080+0.074	6.11	38.40	19.42	5.64
-0.074	61.60	100.00	25.71	75.08
Σ(尾矿)	100.00	100.00	20.89	100.00

损失于尾矿中的铁矿物多与脉石矿物以连生体

收稿日期:2012-08-25;改回日期:2012-09-17

作者简介:张开永(1970-),男,副教授,研究方向为矿物加工。

产出,其中与脉石矿物连生的磁铁矿及半假象赤铁矿的粒度一般为 $0.00587 \sim 0.035\text{mm}$, 最大为 0.117mm 。与脉石连生的假象赤铁矿、赤铁矿的粒度比磁铁矿及半假象赤铁矿粒度粗,一般为 $0.0176 \sim 0.088\text{mm}$, 最大为 0.176mm 。损失于尾矿中的单假象赤铁矿及赤铁矿粒度都很细,一般都小于 0.010mm 。

2 试验方案选择

根据矿物组成分析可知尾矿中铁矿物主要为假象赤铁矿、赤铁矿,其次为磁铁矿、半假象赤铁矿及褐铁矿等,总体来看,损失于尾矿中的铁矿物主要为假象赤铁矿、赤铁矿且以连生体为主。由于这部分铁嵌布粒度细且嵌布关系复杂,极易损失于再选尾矿中,这也是提高铁尾矿再选回收率的难点之所在。赤铁矿为弱磁性矿物,磁铁矿为强磁性矿物^[2],根据元素分析可知 $\text{TFe}20.89\%$, 而 $\text{SFe}18.40\%$, 因此需要采用磁选的方法进行处理。根据粒度分布可知 -0.074mm 铁含量 61.60% , 品位 25.71% , 分配率 75.08% , 表明铁大部分分布在细粒度级别里,需要细磨才能解离。磁选后的不同密度矿物还需要重选进行分离,通过分析确定采用磁选、重选等工艺流程对尾矿进行回收。通过不同流程工艺的试验对比,最终确定磁选—重选的联合流程工艺为该铁尾矿较佳的分选工艺。

3 结果与讨论

3.1 弱磁场磁选试验

经探索试验确定试验原则流程为磁选—重选联合流程,磁选工艺采用鼓形弱磁选机两段精选进行选别磁性铁矿物。

试验设备: XCRS- $\Phi 400 \times 240\text{mm}$ 电磁湿法多用鼓形弱磁选机

3.1.1 弱磁选磨矿细度试验

在磁场强度为 200kA/m 的条件下,进行磨矿细度试验,试验结果见图 1。

从图 1 可以看出,磨矿细度 $-0.074\text{mm}92.85\%$ 时,精矿品位只有 58.68% , $-0.074\text{mm}96.88\%$ 时,

精矿品位达到 61.97% , 且回收率也较高,故选择 $-0.074\text{mm}96.88\%$ 为适宜试验条件。

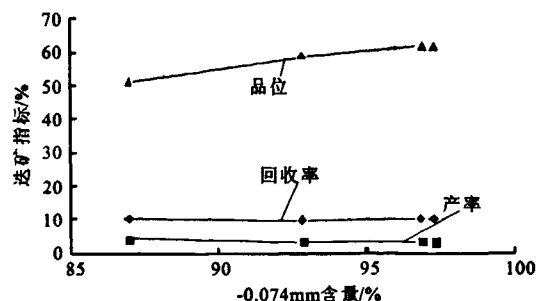


图 1 磨矿细度试验结果

Fig. 1 The test relation between the grinding fineness in low-intensity field and the product indexes

3.1.2 弱磁选磁场强度试验

磨矿细度为 $-0.074\text{mm}96.88\%$, 给矿浓度为 20% , 给矿时间尽量保持在 3min , 进行弱磁选磁场强度试验,试验结果见图 2。

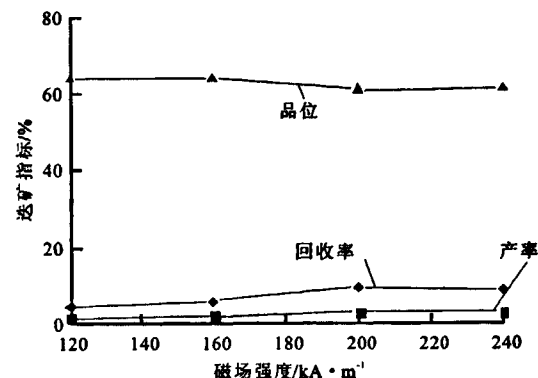


图 2 弱磁选磁场强度条件试验结果

Fig. 2 The magnetic field strength condition test of the low-intensity magnetic separation

从图 2 可以看出,随着磁场强度的增加,精矿产率也在增加,而品位则由高到低逐渐降低。尽管磁场强度在 120kA/m 和 160kA/m 时精矿品位达到了 64% 以上,但由于产率较低,所以铁的回收率不高。综合铁品位和铁回收率两方面的因素,确定弱磁选的最佳磁场强度为 200kA/m 。在弱磁场磁选机上同时进行了分选浓度、给矿时间试验,最后确定的磁选试验条件为:磨矿细度为 $-0.074\text{mm}96.88\%$ 、磁场强度为 200kA/m 、给矿浓度保持在 20% 左右,给矿时间为 3min 。

3.2 强磁场磁选试验

3.2.1 强磁选磁场强度试验

介质为细网,脉动取 100 次/min 进行不同的磁场强度条件试验,试验结果见图 3。

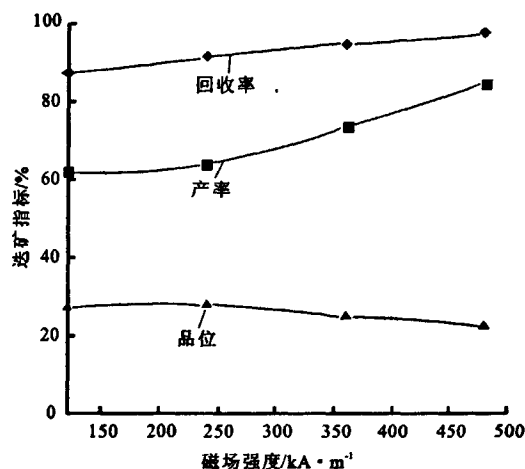


图3 强磁选磁场强度条件试验结果

Fig. 3 The magnetic field strength condition test for the high-intensity magnetic separation

由图3可以看出,尽管分选磁场强度不高,但由于SLon脉动高梯度磁选机分选细粒弱磁性矿物具有富集比大、回收率高、磁介质不易堵塞、设备作业率高的优点^[3],其磁场梯度很大,因此精矿产率和铁回收率都很高,但精矿品位远达不到要求。原因在于细网网格密度大,料浆通过的速度慢,同时由于分选区磁场梯度大,致使磁力大,一些磁性极弱和连生体的颗粒也被吸着在磁介质上,会造成精矿产率过高、品位较低。采用不锈钢细网磁介质所得到的精矿其品位最高值只有27.74%,试验中再改变磁场强度意义不大。只有考虑通过改变介质和脉动来提高精矿的品位。

3.2.2 强磁选介质及脉动条件试验

介质试验选用不锈钢粗网。取矿样100g,磁场强度120kA/m,脉动100次/min,在粗网介质下进行条件试验,试验结果见表3。结果表明,相对于同等条件下细网介质分选的精矿品位提高了3.1个百分点。

从以上试验中看到,脉动条件为100次/min时所获得的精矿品位较低,故在脉动条件试验中不考虑100次/min以下的脉动。取矿样100g,磁场强度

120kA/m,在粗网介质下进行脉动条件试验。选择脉动为150次/min和200次/min进行条件试验。试验结果表4。

表3 强磁选磁介质条件试验结果

Table 3 The results for the magnetic medium condition test of the high-intensity magnetic separation

介质	产品名称	产率/%	铁品位/%	铁回收率/%
细网	精矿	61.90	27.42	87.35
粗网	精矿	39.83	30.59	62.71

表4 强磁选脉动条件试验结果

Table 4 The results for the pulsating condition test of the high-intensity magnetic separation

脉动/ 次·min ⁻¹	产品名称	产率 /%	铁品位 /%	铁回收率 /%
150	精矿	27.81	36.94	52.87
200	精矿	16.40	47.53	40.10

从以上试验可知,随着条件的不断改变,虽然产率和回收率有所下降,但精矿品位得到了较大的提高。所以确定的较佳强磁选条件为:磁场强度取120kA/m,取粗网作分选介质,脉动取200次/min。

通过对弱磁选尾矿的强磁试验,得到了品位47.53%、产率16.40%的精矿产品。虽然这部分精矿不能直接利用,但可以进行再选,进一步提高其精矿品位。同时强磁可抛弃部分尾矿。

3.3 摇床重选试验

通过强磁选机进行磁性物质的富集,得到了品位47.53%、产率16.40%的中间产品,由于铁品位低不能直接利用,强磁精矿中铁矿物主要为弱磁性铁矿物,弱磁选方法不能有效分选和富集。为此采用摇床对强磁精矿进行了重选试验。

影响矿物重选可选性的主要因素是密度和粒度。摇床处理金属矿石的有效选别粒度范围为3~0.04mm。试验中强磁精矿的粒度以-0.074mm90%以上,选别粒度在有效范围之内,只不过可能有较少量的细粒级颗粒质量会有所损失。矿样中赤铁矿的含量较高,其密度约为5.15kg/m²,而脉石矿物中透辉石的密度为3.25kg/m²,密度的差异也有益于重选的选别。试验结果见表5。

表 5 摇床重选分选工艺选别指标

Table 5 The indexes of the tabling gravity concentration and separation

产品名称	产率/%	铁品位/%	回收率/%
摇床精矿	37.76	62.13	51.40
摇床中矿	39.89	35.54	31.07
摇床尾矿 1	12.45	37.66	10.27
摇床尾矿 2	9.47	33.79	7.01
摇床尾矿 3	0.43	26.35	0.25
入料(强磁精矿)	100.00	45.64	100.00

从表 5 中可以看出,精矿产品的铁品位已经达到了 62.13%,回收率达到了 51.40%。尽管摇床占地面积大,处理能力低,但分选精度高,富集比高,铁精矿的产量大大提高,优势明显。

3.4 磁—重联合数质量流程

采用磁—重联合流程进行试验,最终结果为:混合精矿的产率为 9.39%,精矿回收率为 27.91%,精矿品位 62%,分选效果较好。磁—重联合数质量流程见图 4。

4 结 论

(1)某铁尾矿中铁矿物主要为假象赤铁矿、赤铁矿,其次为磁铁矿、半假象赤铁矿及褐铁矿等,其他金属矿物尚有黄铁矿、黄铜矿、铜兰、自然铜等。单体磁铁矿及半假象赤铁矿很少见。

(2)采用磁选—摇床重选联合流程分选该铁尾矿,最终可获得回收率为 27.91%,品位为 62% 的铁精矿。

(3)铁尾矿的二次回收不仅有效回收了铁,而且也部分解决了该尾矿堆存问题,给矿山的开发利用带来经济效益和社会效益。

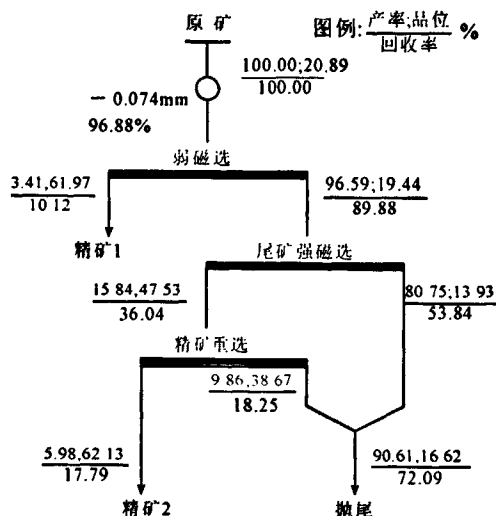


图 4 磁—重联合流程数质量流程

Fig. 1 Quality flowsheet of the combination of magnetic separation and gravity concentration

参考文献:

- [1]胡岳华,冯其明. 矿物资源加工技术与设备[M]. 北京: 科学出版社, 2006. 9.
- [2]蒋朝澜. 磁选理论及工艺[M]. 北京: 冶金工业出版社, 1994.
- [3]熊大和. Slon 立环脉动高梯度磁选机分选红矿的研究与应用[J]. 金属矿山, 2005(8): 24-29.

Experimental Research on Separation of Iron Tailings

ZHANG Kai-yong¹, QU Hong-lu², LIU Yu-yan², ZHANG Jun²

(1. College of Environmental Engineering, North China Institute of Science and Technology, Beijing, China;

2. Shandong Institute and Laboratory of geological Science, Jinan, Shandong, China)

Abstract: The experimental scheme was chosen on the basis of the analysis of multi-elements, size distribution and iron phase. Through the condition test of the magnetite in the ore, the particle size, such factors as the field strength, the feed concentration and the feed time were investigated. The technology of the combination of the magnetic separation and gravity concentration was determined as the optimal one for the iron tailings. By adopting this technology, the bulk concentration with the yield of 9.39%, the recovery of 27.91 and the grade of 62% was obtained, which can not only recover the iron in the tailings, but also solve the heaping problem. It provides foundation for the ore exploitation and the development of circular economy. Therefore, it has great economic and social benefits.

Key words: Iron tailings; Magnetic separation; Shaking tables; Iron concentrate