

马耳岭选矿厂尾矿中磁铁矿再回收试验研究^{*}

袁致涛¹, 马玉新¹, 毛卫东², 李丽匣¹

(1. 东北大学资源与土木工程学院, 2. 本溪钢铁(集团)矿业有限责任公司)

摘要: 本钢集团马耳岭选矿厂尾矿的 TFe 品位为 8.87%, 以硅酸铁、赤褐铁矿和磁铁矿三种矿物形式存在的铁含量分别为 5.37%、1.30%、1.10%, 磁铁矿为主要回收对象。经过系统试验研究, 确定了强磁预富集抛尾-细磨-三次弱磁选的尾矿再选工艺, 最终获得了精矿铁品位 51.39%, 磁性铁回收率 81.89% 的尾矿再选指标, 为马耳岭选矿厂尾矿中磁性铁的回收提供了再选方案。

关键词: 铁尾矿; 磁铁矿; 预富集; 弱磁选

中图分类号: TD926.4⁺2; TD951.1 文献标识码: B 文章编号: 1001-0076(2014)02-0044-05

DOI: 10.3969/j.issn.1001-0076.2014.02.011

Experimental Research on Collecting Magnetic Iron from Tailing of Maerling Concentrator

YUAN Zhi-tao¹, MA Yu-xin¹, MAO Wei-dong², LI Li-xia¹

(1. College of Resources and Civil Engineering, Northeastern University, Shenyang 110819; 2. Benxi Iron and Steel (Group) Mining Co. Ltd., Benxi 117000, China)

Abstract: The grade of TFe in tailings of the Maerling dressing plant of Benxi steel group was 8.87%, and the content of iron silicate, hematite (limonite) and magnetite was 5.37%、1.30% and 1.10% respectively, and magnetite was the main mineral to be recovered. The flow of strong magnetic pre-enrichment tail-fine grinding-three stage weak magnetic separation was determined through tests, the final grade of concentrate was 51.39%, and the recovery of magnetic iron was 81.89%, providing a reprocessing method for the recovery of magnetic iron in the tailings of Maerling dressing plant.

Key words: iron tailings; magnetite; preconcentration; low intensity magnetic separation

随着我国钢铁工业的发展, 矿产资源不断的开发利用, 尾矿已经成为我国产出量最大、综合利用率最低的固体废弃物之一^[1]。目前, 我国铁尾矿的累积堆存量已达到 100 亿吨以上^[2]。不仅占用了大量土地, 而且也给人类生活环境带来了严重污染和危害, 现已受到了全社会的广泛关注^[3]。同时, 我国铁尾矿的综合利用率在 10% 以下^[4]。从我国铁尾

矿资源的实际出发, 提高资源利用效率, 有着十分重要的经济意义和社会意义^[5]。

以马耳岭铁矿尾矿为研究对象, 在尾矿特性研究的基础上, 进行强磁预富集、细磨、弱磁试验研究, 以获得适宜的尾矿再选方案。

1 样品的制备与性质

* 收稿日期: 2014-02-06; 修回日期: 2014-03-12

基金项目: 国家自然科学基金青年项目(51104034); 中国博士后科学基金资助项目(2011M500826)

作者简介: 袁致涛(1971~), 男, 教授, 主要从事选矿药剂及工艺研究。

1.1 样品制备

试验样品为马耳岭选矿厂尾矿样品,所取试验样为湿矿,对样品进行烘干、混匀、缩分、取样,得到具有代表性的样品。

1.2 化学多元素分析

该尾矿样品的化学多元素分析结果如表 1 所示。

表 1 尾矿样品化学多元素分析结果 /%							
组分	TFe	SiO ₂	Al ₂ O ₃	MgO	CaO	S	P
含量	8.85	68.61	5.61	4.21	3.99	0.18	0.093

由表 1 可知,尾矿样品中 TFe 品位为 8.85%; SiO₂ 的含量为 68.61%; 有害元素 S 的含量为 0.18%、P 的含量为 0.093%,有害元素的含量较低,对选别铁精矿没有影响。

1.3 铁化学物相分析

为进一步探究尾矿中铁矿物的存在形式及各铁矿物含量,对尾矿样品进行铁化学物相分析,分析结果如表 2 所示。

表 2 尾矿样品铁化学物相分析结果 /%						
铁物相	硅酸铁 中 Fe	磁铁矿 中 Fe	菱铁矿 中 Fe	赤(褐)铁 矿中 Fe	黄铁矿 中 Fe	TFe
含量	5.37	1.10	0.85	1.30	0.25	8.87
占有率	60.54	12.40	9.58	14.66	2.82	100.00

由表 2 可知,该样品中以磁铁矿形式存在的铁含量为 1.10%,占有率为 12.40%,硅酸铁矿物和赤

(褐)铁矿含量高,但在弱磁选别条件下无法回收,所以有回收价值的铁为磁铁矿中的铁,该尾矿铁的理论回收率为 12.40%。

2 试验研究

2.1 样品粒度特性分析

取尾矿样品进行筛分并化验每个粒级的 TFe 品位,结果如表 3 所示。

表 3 尾矿样品粒度分析结果 /%					
粒级/mm	产率	筛上累计产率	TFe 品位	金属分布率	累计金属分布率
+0.150	10.87	10.87	5.57	7.22	7.22
-0.150 +0.106	14.83	25.70	4.48	7.93	15.15
-0.106 +0.074	6.79	32.49	6.62	5.36	20.51
-0.074 +0.044	23.30	55.79	7.95	22.09	42.60
-0.044 +0.038	16.41	72.20	10.17	19.90	62.50
-0.038	27.80	100.00	11.31	37.50	100.00
合计	100.00	—	8.38	100.00	—

由表 3 可知,-0.074 mm 粒级含量为67.51%,尾矿粒度较细,粒度越细铁品位越高。铁矿物主要集中在 -0.074 mm 粒级中,-0.074 mm 粒级金属分布率为 79.49%。

2.2 样品单体解离度分析

通过显微镜镜下观察,对筛分后不同粒级的样品进行铁矿物和脉石矿物的单体解离度测定,结果如表 4 所示。

表 4 马耳岭选矿车间尾矿样品单体解离度											
粒度大小/mm	不同连生比例的矿物颗粒个数/个								单体解离度/%		
	单体脉石	1/8	2/8	3/8	4/8	5/8	6/8	7/8	单体铁矿物	铁矿物	脉石
+0.150	442	215	25	14	8	5	13	41	46	33.55	65.79
-0.150 +0.106	643	102	11	10	9	4	6	20	37	43.40	84.97
-0.106 +0.074	667	76	11	2	3	2	1	21	38	52.14	89.16
-0.074 +0.044	728	82	33	4	4	3	2	15	44	53.33	87.45
-0.044 +0.038	732	58	6	2	3	1	2	8	45	69.10	92.44
-0.038	379	13	2	0	0	0	0	1	59	95.16	96.68
加权合计	—	—	—	—	—	—	—	—	—	63.84	88.23

由表 4 可知,尾矿中铁矿物的单体解离度为 63.84%,脉石矿物的单体解离度为 88.23%。其中对铁矿物来说,-0.038 mm 粒级的单体解离度最

高,为 95.16%,而粗粒级的单体解离度较小,+0.150mm 粒级的铁矿物单体解离度仅为 33.55%,随着粒级的减小,单体解离度增加。说明粗粒

级的单体解离度低,大部分都是连生体形式存在,若得到解离度高的铁矿物,必须进行细磨。

2.3 预富集试验

将尾矿样品烘干、混匀、缩分,取 5 份,每份 1 000 g。在不同磁场强度下进行磁选预富集试验。磁场强度分别为:143. 24 kA/m、175. 07 kA/m、238. 73 kA/m、278. 52 kA/m、318. 30 kA/m。尾矿预富集试验结果如图 1 所示。

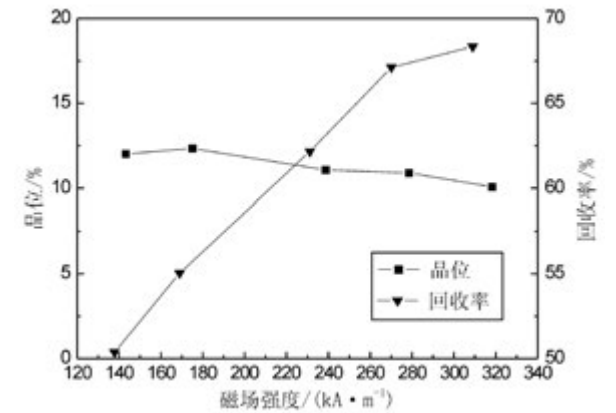


图 1 不同磁场强度下的强磁预富集试验结果

由图 1 结果可知,随着背景磁场强度的增加,预富集精矿品位先升高后逐渐下降,铁矿物回收率逐渐升高。当磁场强度为 175.07 kA/m 时,可获得铁精矿品位为 12.33%。综合考虑最终确定磁选预富集的磁场强度为 175.07 kA/m。此时预富集精矿产率为 37.10%,品位为 12.33%,回收率为 55.04%。

预富集精矿的铁化学物相分析结果如表 5 所示。

表 5 预富集铁精矿铁化学物相分析结果						/%
物相	磁铁矿 中 Fe	菱铁矿 中 Fe	赤(褐)铁 矿中 Fe	黄铁矿 中 Fe	硅酸铁 中 Fe	TFe
含量	2.81	0.73	1.49	0.28	7.02	12.33
占有率	22.79	5.92	12.08	2.27	56.94	100.00

由表 5 可知,预富集铁精矿中的磁铁矿含量和铁占有率都有明显提高。分别由原来的 1.10%、12.40% 提高到 2.81%、22.79%,各自提高了 1.71、10.39 个百分点。不可回收的硅酸铁的含量仍然很高,且硅酸铁含量和占有率都有所提高。说明有大部分与磁铁矿连生的硅酸铁在精矿中得到了富集。

2.4 预富集铁精矿再选试验

2.4.1 磨矿细度对分选指标的影响

弱磁选试验设备为磁选管,在磁场强度为 95.49 kA/m,分别对 -0.074 mm 含量为 55%、65%、75%、85%、90% 的 5 种磨矿样品进行磁选管分选试验,试验结果见图 2。

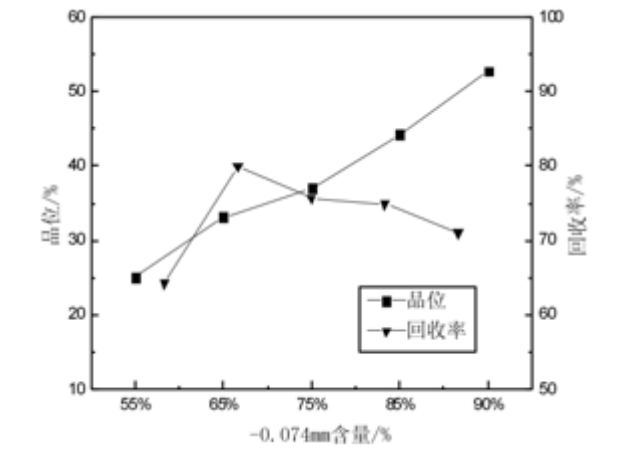


图 2 磨矿细度对选别指标的影响

由图 2 可以看出,随着磨矿细度的提高,磁性铁品位呈上升趋势,-0.074 mm 占 55% 提高至占 90% 时,磁性铁品位由 25.09% 提高至 52.77%,磁性铁回收率先上升后下降。综合考虑,确定后续试验的磨矿细度为 -0.074 mm 占 90%。

2.4.2 磁场强度对分选指标的影响

在磨矿细度为 -0.074 mm 占 90% 的条件下,分别在磁场强度为 95.49 kA/m、119.37 kA/m、143.24 kA/m、167.11 kA/m 条件下进行磁选管分选试验,结果见图 3。

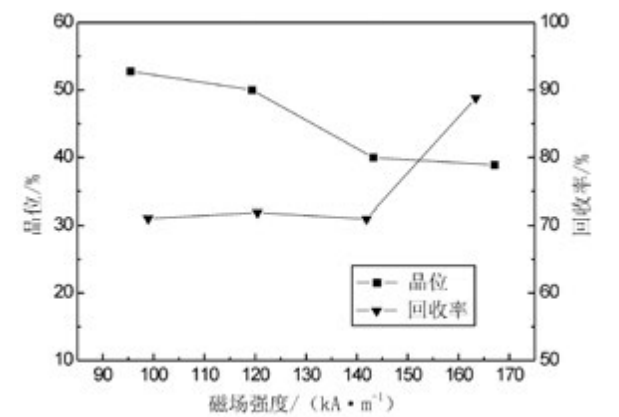


图 3 磁场强度对选别指标的影响

由图3可以看出,随磁场强度增大,铁品位下降明显,磁场强度从95.49 kA/m 增加到167.11 kA/m,磁性铁品位由52.77% 下降到38.89%,回收率没有明显变化。综合考虑,确定后续试验的场强为95.49 kA/m。

2.4.3 再选工艺流程的确定及分选试验

在完成上述条件试验后,确定了强磁预富集抛尾、磨矿、弱磁选的试验流程。磨矿细度-0.074 mm 含量为90%,弱磁选磁场强度为95.49 kA/m,试验流程及结果见图4。

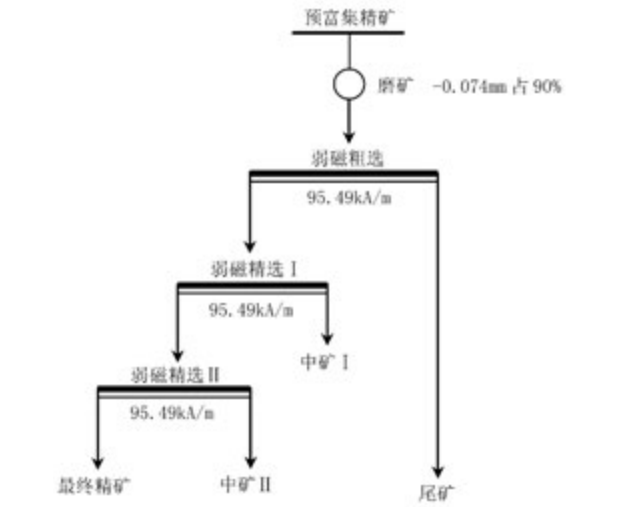


图4 试验再选流程

表6 预富集精矿再磨再选试验结果 /%			
产品名称	产率	品位	回收率
最终精矿	4.73	51.39	20.09
中矿 I	0.87	9.54	0.69
中矿 II	0.22	12.38	0.23
尾矿	94.18	10.15	78.99
给矿	100.00	12.10	100.00

由表6可知,磨矿产品经三段磁选分选后,最终获得了精矿铁品位51.39%、回收率20.09%、磁性铁回收率86.50%的分选指标。

3 全流程试验

在前期试验研究基础上,最终确定尾矿预富集,一磨三磁的试验流程。其中,磨矿细度为-0.074 mm 占90%,磁场强度为95.49 kA/m。分选数质量流程图如图5所示。

中矿Ⅰ和中矿Ⅱ产率很低,不便对其进行系统研究,在生产上可以单独排放。分别对最终精矿和最终尾矿进行化学多元素分析,分析结果如表7、8所示。

由表7可知,最终精矿铁品位51.39%;脉石矿物主要是SiO₂;有害元素S、P含量较低,分别为0.29%和0.024%。由表8可知,最终尾矿品位为7.99%,较马耳岭选厂尾矿降低了0.88个百分点。

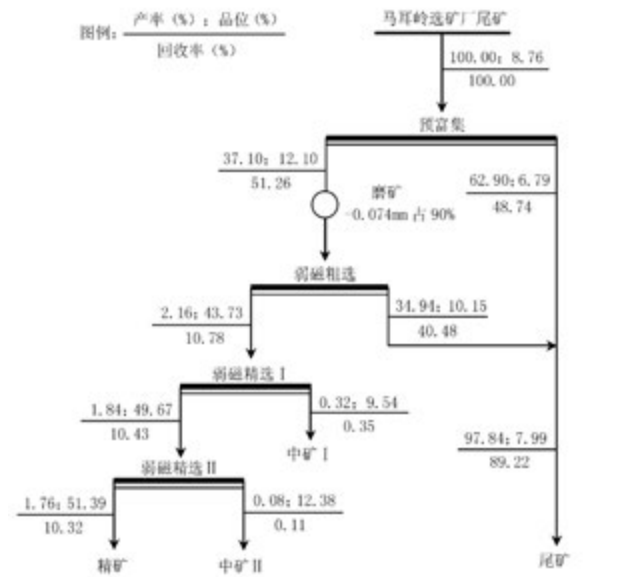


图5 数质量流程图

表7 最终精矿化学多元素分析结果 /%							
组分	TFe	SiO ₂	Al ₂ O ₃	MgO	CaO	S	P
含量	51.39	24.84	0.34	1.23	0.53	0.29	0.024

表8 最终尾矿化学多元素分析结果 /%							
组分	TFe	SiO ₂	Al ₂ O ₃	MgO	CaO	S	P
含量	7.99	69.90	5.70	4.83	4.04	0.23	0.097

4 结论

- (1) 马耳岭选矿厂尾矿可回收的主要铁矿物为磁铁矿,试验物料中-0.074 mm 含量为67.51%,铁矿物单体解离度低、在细粒级中富集现象明显。
- (2) 首先对物料进行强磁预富集,可以抛出部分极贫连生体和夹杂的单体脉石矿物,降低再磨及后续系统的负荷和运行费用。
- (3) 预富集精矿经过再磨、三次弱磁选流程处

理,在磨矿细度为 -0.074 mm 含量为 90%,弱磁选磁场强度 95.49 kA/m 条件下,可获得铁品位 51.39%、回收率 10.39% 的精矿。

参考文献:

- [1] 刘佳,倪文,于淼. 用粉煤灰和铁尾矿制备高强混凝土[J]. 材料研究学报;2012,26(3):295-301.
- [2] 周军,李宇. 鞍钢尾矿利用技术通过鉴定[N]. 中国冶金

报,2014-01-09(001).

- [3] 陈虎,沈卫国,单来,等. 国内外铁尾矿排放及综合利用状况探讨[J]. 混凝土;2012(2):88-92.
- [4] 黄勇刚. 我国铁尾矿资源的利用现状及展望[J]. 资源与产业;2013,15(3):40-44.
- [5] 邓文,江登榜,杨波,等. 我国铁尾矿综合利用现状和存在的问题[J]. 现代矿业;2012(9):1-3.

《矿产保护与利用》

2014年度开始征订 全年定价60元

本刊新开设了“地质与采矿”栏目
欢迎赐稿 欢迎提出宝贵意见
欢迎随时订阅 欢迎刊登广告