

某菱铁矿磁化焙烧-磁选工艺试验研究^①

毛拥军, 张 茂, 陈沪飞

(长沙矿冶研究院 环保技术研究所, 湖南 长沙 410012)

摘要:为了更好地利用菱铁矿资源,对云南某铁品位为40.84%的难选菱铁矿石进行了磁化焙烧-磁选工艺试验研究,在不添加还原剂的条件下,在焙烧温度800℃、焙烧时间60min时得到焙烧矿,焙烧矿经磁选后获得了铁精矿产率61.25%、品位64.65%、回收率96.96%的指标。可为高效利用菱铁矿资源的工艺设计提供依据。

关键词:菱铁矿;磁化焙烧;磁选;选冶联合

中图分类号:TD927

文献标识码:A

doi:10.3969/j.issn.0253-6099.2019.01.020

文章编号:0253-6099(2019)01-0079-03

Experimental Study of Magnetic Roasting-Magnetic Separation for Some Siderite

MAO Yong-jun, ZHANG Mao, CHEN Hu-fei

(Laboratory of Environmental Technology, Changsha Research Institute of Mining and Metallurgy Co Ltd, Changsha 410012, Hunan, China)

Abstract: For making full use of siderite resources, an experimental study was carried out for processing a kind of refractory siderite grading 40.84% Fe from Yunnan Province by adopting a process composed of magnetic roasting and magnetic separation. Without any reducing agent, the roasted ore that was obtained after roasting at 800 °C for 60 min was then subjected to a magnetic separation, resulted in an iron concentrate grading 64.65% Fe at 96.96% recovery, with a yield of 61.25%, which can be of reference in the design of processing technique for highly efficient utilization of siderite resources.

Key words: siderite; magnetic roasting; magnetic separation; a combination of beneficiation and metallurgy

随着钢铁工业的发展,国内铁矿石消耗量逐年增加,然而国内铁矿石富矿短缺,贫矿难以满足生产要求,严重制约了我国工业化进程^[1-2]。我国菱铁矿资源较丰富,已探明储量为18.34亿吨,占铁矿石探明储量的3.4%,另有保有储量18.21亿吨。菱铁矿理论铁品位较低,最高为48.28%^[3-4],采用常规选矿方法(如重选、磁选、浮选)所得铁精矿品位很难达到45%以上,但经过焙烧后由于碳酸盐分解,可大幅度提高铁品位^[5-7]。为了更好地利用菱铁矿资源,本文对云南某菱铁矿进行了磁化焙烧-磁选工艺试验研究,可获得铁品位64.65%、回收率96.96%的铁精矿。

示,铁物相分析结果如表2所示。

表1 矿石化学成分分析结果(质量分数)/%

TFe	FeO	Fe ₂ O ₃	SiO ₂	Al ₂ O ₃	CaO	MgO	MnO	K ₂ O
40.84	48.08	4.96	6.41	1.36	0.90	1.95	3.60	0.31
Na ₂ O	Cu	S	P	As	TC	C _{有机}	Ig	
0.073	0.20	0.62	0.022	0.061	8.64	0.18	31.60	

表2 矿石铁物相分析结果

铁物相	含量/%	分布率/%
碳酸铁中铁	36.82	90.16
硫化铁中铁	0.49	1.20
磁铁矿中铁	0.18	0.44
赤褐铁中铁	2.47	6.05
硅酸铁中铁	0.88	2.15
合计	40.84	100.00

1 试验

1.1 试验原料

云南某菱铁矿矿石化学成分分析结果如表1所

① 收稿日期:2018-08-20

基金项目:国家科技支撑计划课题(2015BAB03B00)

作者简介:毛拥军(1965-),男,湖南武冈人,高级工程师,主要从事冶金窑炉装备、工程及固废处理研究工作。

由表1~2可以看出:①矿石中可供选矿回收的主要元素铁含量为40.84%,矿石TFe/FeO比为0.85,碱性系数 $(CaO+MgO)/(SiO_2+Al_2O_3)=0.36$,属酸性原生铁矿石。②主要脉石为 SiO_2 ,其次为 Al_2O_3 、 MgO 、 CaO 和少量 K_2O 、 Na_2O ,其总量为11%。有害元素磷含量低,对矿石质量影响不大。但含有一定量的硫,需要在选别过程中适当降低。③铁主要赋存在碳酸盐中,其次分布在赤(褐)铁矿中。作为碳酸铁为主的矿石,含铁40.84%属高品位矿石。

综合化学成分特点,可以认为区内矿石属低磷的菱铁矿矿石。

镜下鉴定、X射线衍射分析和扫描电镜分析结果表明,该矿石中铁矿物主要为菱铁矿,其次有少量褐铁矿。金属硫化物以黄铁矿为主,这些硫化物存在于菱铁矿矿石中。锰矿物为硬锰矿,产出在褐铁矿矿石中。脉石矿物总量不多,主要为石英,其次有绢云母和方解石、白云石,其它尚见绿泥石、锆石和磷灰石等零星分布。

菱铁矿是主要目的铁矿物,构成矿石中其他矿物的嵌布基底。矿物结晶较好,晶粒为大小不一的自形~半自形粒状,晶粒大小0.05~1.0 mm不等。矿物多以密集集合体状态出现,粗粒集合体大小可达10 mm以上,一般为0.5~8.0 mm。少量矿物产生氧化,边缘有铁质物(褐铁矿)析出。部分集合体中有后期方解石或钙菱铁矿脉穿插。菱铁矿集合体大多十分密集,嵌布脉石很少,但仍有部分集合体中嵌布有细粒石英及黄铁矿等矿物。极少量的菱铁矿产生较明显的褐铁矿化并与脉石呈紧密的嵌布关系。

1.2 试验设备

试验设备包括XPZ-200x75型破碎机(鹤壁市先烽仪器仪表有限公司),SX₂-8-13型厢式电阻炉(长沙华信合金机电有限公司制造),XMQ型系列球磨机(南昌海峰矿机设备有限公司),XMB-Φ200×240棒磨机(武汉探矿机械床),RK/CXG-Φ50磁选管(武汉洛克粉磨设备制造有限公司)等。

1.3 试验方法

将来样破碎到-3 mm,在焙烧温度700~850℃、焙烧时间20~80 min、还原剂用量0~8%条件下进行磁化焙烧条件试验,焙烧矿经水冷并分别磨至-0.075 mm粒级含量40%~90%后分样、计量,同时在磁场强度0.08~0.2 T时进行磁选试验,对所得精矿、尾矿计量,分析铁成分,确定最佳磁化焙烧-磁选工艺条件。

2 试验结果及讨论

2.1 磁化焙烧试验

2.1.1 焙烧温度与焙烧时间试验

根据磁化焙烧一般规律,焙烧温度高时,焙烧时间

可缩短,温度低时需延长焙烧时间。焙烧试验矿样粒度-3 mm,矿样500 g,在不使用配煤的条件下进行焙烧,焙烧矿磨至-0.075 mm粒级占75%左右,在磁场强度0.16 T条件下对焙烧矿进行磁选管磁选,焙烧温度和焙烧时间对磁化焙烧-磁选效果的影响见表3。

表3 焙烧条件试验结果

焙烧温度 /℃	焙烧时间 /min	精矿产率 /%	Fe品位/%			精矿回收率 /%
			焙烧矿	精矿	尾矿	
700	20	70.91	51.60	59.18	33.14	81.32
	40	82.96	57.08	63.33	26.65	92.05
	60	81.87	56.47	63.74	23.61	92.42
	80	83.94	57.18	63.82	22.48	93.69
750	20	76.19	54.09	61.55	30.23	86.69
	40	82.33	56.61	63.04	26.65	91.68
	60	83.70	56.21	63.22	21.21	94.14
	80	85.71	56.87	63.06	19.72	95.05
800	20	78.07	54.72	61.34	31.17	87.51
	40	85.19	56.01	62.17	20.61	94.55
	60	88.35	58.06	63.55	16.45	96.70
	80	89.04	58.31	63.06	19.76	96.29
850	20	87.10	57.62	62.53	24.50	94.51
	40	89.96	59.20	63.18	23.55	96.00
	60	91.14	58.62	62.19	21.93	96.69
	80	89.16	56.14	60.43	20.87	95.97

从表3可知,700℃下,随着焙烧时间延长,磁选精矿产率及品位均增加,当焙烧时间为80 min时,可得到较好的焙烧矿;750℃下,焙烧时间为60 min时可得到较好的焙烧矿;800℃下,焙烧时间为60 min时可得到较好的焙烧矿;850℃下,焙烧时间为40 min时可得到较好的焙烧矿。可见,焙烧温度750~800℃、焙烧时间60 min为最佳磁化条件。为确保磁化效果,本文选用焙烧温度800℃、焙烧时间60 min。

2.1.2 还原剂用量试验

根据物相分析结果,该矿样中赤褐铁矿中铁占全铁6%左右,为考查这部分铁的还原情况,在焙烧温度800℃、焙烧时间60 min条件下进行了还原剂煤用量试验,结果见表4。

表4 还原剂用量试验结果

还原剂用量 /%	精矿产率 /%	Fe品位/%			精矿回收率 /%
		焙烧矿	精矿	尾矿	
0	88.35	58.06	63.55	16.45	96.70
4	73.76	52.60	63.05	23.23	88.41
6	73.50	51.38	61.58	23.08	88.10
8	42.42	49.43	63.34	39.19	54.36

表4结果表明,随着还原剂煤用量增加,精矿品位

变化不大,但精矿产率、回收率明显降低。这是因为菱铁矿分解过程中产生的CO气体足以还原矿样中的少量赤褐铁矿,还原剂的加入反而抑制了菱铁矿的分解,因此该菱铁矿磁化焙烧无需加入还原剂。

2.2 焙烧矿磁选试验

2.2.1 磨矿细度试验

对焙烧温度 800 °C、焙烧时间 60 min 条件下所得焙烧矿进行了磁选条件试验。磁场强度 0.16 T 时,焙烧矿磨矿细度试验结果见表 5。结果表明,磨矿细度从-0.075 mm 粒级占 40%增加到 90%,磁选精矿铁品位略有升高,精矿产率略有降低。因此,针对磁选而言,该焙烧矿的磨矿细度对磁选结果影响不明显。磨矿细度-0.075 mm 粒级占 71%时的磁选指标较好。

表 5 磨矿细度试验结果

-0.075 mm 粒级含量/%	精矿产率 /%	Fe 品位/%			精矿回收率 /%
		精矿	尾矿	焙烧矿	
40	94.41	63.61	17.10	59.61	97.54
52	91.08	64.02	16.82	59.81	97.48
60	91.09	64.09	18.69	60.04	97.23
71	91.03	64.00	18.59	59.93	97.22
80	90.45	64.09	18.60	59.75	97.03
90	89.93	64.18	17.59	59.49	97.02

2.2.2 磁场强度试验

磨矿粒度-0.075 mm 粒级占 71%时,对焙烧矿进行了磁场强度条件试验,结果见表 6。

表 6 磁场强度试验结果

磁场强度 /T	精矿产率 /%	Fe 品位/%			精矿回收率 /%
		精矿	尾矿	焙烧矿	
0.08	90.00	65.32	15.03	60.29	97.51
0.12	91.95	64.68	11.13	60.37	98.52
0.16	92.30	64.36	11.10	60.26	98.58
0.20	91.92	64.60	11.58	60.32	98.45

结果表明,焙烧矿磁选管选别时,场强只要大于 0.12 T 均可取得精矿品位 64%以上、回收率保持在 98%左右的良好指标。选择磁场强度为 0.12 T。

2.3 选冶联合流程试验

在条件试验基础上进行了磁化焙烧-磁选流程试验,试验流程见图 1,结果见表 7。焙烧温度 800 °C、焙烧时间 60 min 所得焙烧矿在磨矿细度-0.075 mm 粒级占 71%条件进行一粗一精磁选(磁场强度为 0.12 T),获得了铁精矿产率 61.25%、TFe 品位 64.65%和回收率 96.96%的指标。

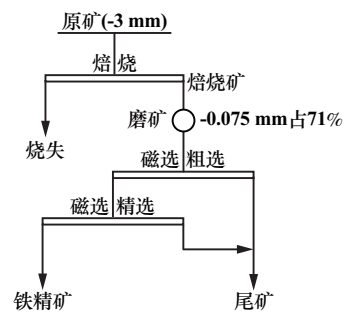


图 1 选冶联合工艺流程

表 7 选冶联合流程试验结果

产品名称	产率/%	Fe 品位/%	回收率/%
铁精矿	61.25	64.65	96.96
尾矿	5.92	15.20	2.20
烧失	32.05	—	—
焙烧矿	67.95	60.10	100.00
原矿	100.00	40.84	100.00

3 结 论

1) 矿石中可供选矿回收的主要元素铁含量为 40.84%, TFe/FeO 比为 0.85, 碱度 0.36, 属酸性原生铁矿石。矿石中铁主要分布在碳酸盐中, 少量以褐铁矿形式存在, 二者占总铁的比例分别为 90.16%和 6.05%。全部回收这部分铁矿物, 铁回收率可达 96.21%。

2) 采用磁化焙烧-磁选工艺流程, 在焙烧温度 800 °C、焙烧时间 60 min 条件下所得焙烧矿经一粗一精磁选(磁场强度 0.12 T), 可获得铁精矿产率 61.25%、TFe 品位 64.65%、回收率 96.96%的指标。

参考文献:

- [1] 褚永, 李玉平. 国际铁矿石资源市场均衡价格探讨[J]. 金属矿山, 2008(2): 13-15.
- [2] 张兵豪, 史长亮, 张义顺, 等. 低品位菱铁矿焙烧-磁选试验研究[J]. 材料导报, 2015, 29(S2): 129-132.
- [3] 孙炳泉. 近年我国复杂难选铁矿石选矿技术进展[J]. 金属矿山, 2006(3): 11-13.
- [4] 刘明宝, 印万忠, 韩跃新. 菱铁矿选矿研究现状及其应用[J]. 中国非金属矿工业导刊, 2007, 64(S): 14-15.
- [5] 陈雯. 贫细杂难选铁矿石选矿技术进展[J]. 金属矿山, 2010(5): 55-59.
- [6] 薛生晖, 陈启平, 毛拥军. 低品位菱褐铁矿回转窑磁化焙烧工业试验研究[J]. 矿冶工程, 2010, 30(8): 29-32.
- [7] 赵天平, 王明国, 李忠烈, 等. 云南某低品位菱铁矿选矿试验研究[J]. 矿产保护与利用, 2015, 6(3): 38-40.

引用本文: 毛拥军, 张茂, 陈沪飞. 某菱铁矿磁化焙烧-磁选工艺试验研究[J]. 矿冶工程, 2019, 39(1): 79-81.