某磁铁矿选矿工艺试验研究

郭丽东,朱 磊

(内蒙古包钢钢联股份有限公司巴润矿业分公司,内蒙古 包头 014080)

摘 要: 某磁铁矿石矿物组成复杂,为了充分利用其中的矿物资源,进行了该铁矿物的工艺矿物学研究及选矿工艺试验研究。结果表明该矿石具有钙镁高、硅铝低的特点,属碱性矿石的范畴;矿石中可供选矿回收的主要组分是铁。通过阶段磨矿阶段选别—中磁选回收流程可获得产率34.01%、品位65.36%、回收率72.50%的铁精矿;通过阶段磨矿阶段选别—强磁选回收流程可获得产率38.93%、品位59.62%、回收率75.69%的铁精矿。

关键词: 磁铁矿;连续磨选;阶段磨选

中图分类号: TD951 **文献标识码:** B **文章编号:** 1009-5438(2018)03-0027-04

DOI:10.13647/j.cnki.btgkj.2018.03.007

Experimental Study on Beneficiation Process of a Magnetite

Guo Li-dong, Zhu Lei

(*Barun Mining Branch Co. of Inner Mongolia Baotou Steel Union Co., Ltd., Baotou* 014080, *Inner Mongolia Autonomous Region, China*)

Abstract: The mineral composition of a magnetic iron ore is complex. In order to make full use of its mineral resources, its process mineralogy was studied and the experimental study of beneficiation process was carried out. The results showed that the ore was with the characteristics of high calcium and magnesium, low silica and aluminum, which belonged to the alkaline ore; the main component of the ore that can be recovered for beneficiation was iron. Through the stage grinding and stage separation-medium intensity magnetic separation recovery process, the iron ore concentrate with the yield of 34.01%, grade of 65.36% and recovery rate of 72.50% can be obtained; through the stage grinding and stage separation-strong magnetic separation recovery process, the iron ore concentrate with the yield of 38.93%, grade of 59.62% and recovery rate of 75.69% can be obtained.

Key words: magnetite; continuous grinding and separation; stage grinding and separation

我国铁矿产资源丰富,但贫矿多、富矿少,绝大部分矿石需经过选别富集后才能进行下一步的冶炼作业[1],由于矿石性质普遍复杂,导致选别分离困难。系统研究矿石中主要目的矿物、共伴生矿物的粒度组成、赋存状态、解离及产出特征和制定科学合理的选矿工艺流程对资源的充分利用意义重大[2-3]。该磁铁矿储量大,为经济合理的开发资源,需开展该磁铁矿石的工艺矿物学研究和选矿试验研究,来制定合理的选矿流程。

1 矿石性质

1.1 化学成分

铁矿石综合样的多元素化学成分分析见表1,铁的化学物相分析结果见表2。

表1 铁矿石综合样的化学成分(质量分数) %

TFe	FeO	Fe_2O_3	SiO_2	Al_2O_3	S
30.84	12.88	29.94	8.86	0.65	2.05
CaO	MgO	Na_2O	K_2O	P	
13.97	6.69	0.47	1.12	0.30	

收稿日期: 2018-03-12

作者简介: 郭丽东(1984-),男,内蒙古乌兰察布市人,硕士,工程师,现从事选矿技术质量管理工作。

(C)1994-2022 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

表2 铁矿石综合样中铁的化学物相分析结果(质量分数) %

铁相	磁性铁	赤褐铁	碳酸铁	硫化铁	硅酸铁	合计
金属量	21.29	3.48	2.96	1.50	1.61	30.84
分布率	69.03	11.29	9.60	4.86	5.22	100.00

由表1、表2可以看出,矿石具有钙镁高、硅铝低的特点,碱性系数2.17,属碱性矿石的范畴,磁性率(w(FeO)/w(TFe))=41.76,属磁铁矿范畴,矿石中可供选矿回收的主要组分是铁。

1.2 矿物组成及含量

矿石经镜下鉴定,矿石的组成比较复杂,铁矿物中除磁铁矿外,假象赤铁矿和褐铁矿的含量较高。表3列出了低磁综合样中主要矿物的重量含量。

表3 低磁综合样中主要矿物的含量(质量分数) %

矿物	磁铁矿	半假象赤铁矿	假象赤铁矿褐铁矿	菱铁矿	氟碳铈矿独居石	方铅矿	闪锌矿	黄铜矿铜蓝	黄铁矿
含量	19.1	10.6	5.9	1.5	2.0	0.1	0.2	微量	2.5
矿物	白云石方解石	黑云母	钠闪石钠辉石	萤石	石英长石	磷灰石	重晶石	其它	
含量	34.1	11.4	5.8	1.4	1.7	1.2	1.5	1.0	

1.3 主要矿物产出形式

1.3.1 磁铁矿和半假象—假象赤铁矿

由于磁铁矿和半假象—假象赤铁矿成因上有着继承和发展的关系,因此将它们作为一个整体进行论述。其中磁铁矿常呈自形、半自形粒状,晶体粒度粗细不一,细小者仅0.01 mm左右,粗者大于0.50 mm,一般0.03~0.40 mm。总体来看,矿石中磁铁矿多以浸染状的形式嵌布在脉石中,根据浸染的密集程度,亦可进一步分为稠密浸染状、中等稠密浸染状和稀疏浸染状等不同类型,而且随着浸染密度的降低,磁铁矿的粒度有明显变细的趋势。

1.3.2 褐铁矿

褐铁矿分布较为广泛,但不均匀,含量上约占弱磁性铁矿物的35%左右。常呈不规则状沿磁铁矿、半假象—假象赤铁矿粒间及裂隙交代,部分则呈骸晶状、纤维状或团块状、网脉状交代脉石矿物,粒度变化较大,细小者小于0.01 mm,粗者可至0.50 mm左右,一般0.02~0.30 mm。

1.3.3 金属硫化物

矿石中金属硫化物以黄铁矿最高,粗者大于2.50 mm,细小者小于0.02 mm。黄铁矿呈各种形态沿铁矿物粒间及边缘充填交代,部分粗粒集合体中可包裹少量细小的磁铁矿残余,这也是造成弱磁选铁精矿中硫含量偏高的主要原因。

2 选矿试验

2.1 弱磁选探索试验

在磁选管磁场强度22 A/m条件下,对采集的综合样进行了不同磨矿细度下的弱磁选(磁选管分选)试验,以考察磨矿细度对该矿样磁选分选效果的影响及取得品位65%以上精矿的适合磨矿细度,试验结果见表4。

表4说明,本次综合样弱磁选尾矿品位(14.59%~15.00%),该样在磨矿细度达到-0.074 mm 93.4%以上时,能取得品位65.74%~66.60%的合格精矿;在较粗磨矿细度(如-0.074 mm 51.5%)时弱磁尾矿产率61.39%与较细磨矿细度(-0.074 mm 93.4%)时弱磁尾矿产率67.62%相差不大。不同磨矿细度对磁选管弱磁选的尾矿品位影响不大,基本在14.71%~15.00%之间,为采用阶段磨矿阶段选别流程提供了技术依据。

(C)1994-2022 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

表 4　综合样磁选管探索试验结果　　%

产物名称	细度(－0.074 mm)	产率	品位	回收率
精矿	51.5	38.61	57.94	71.21
尾矿		61.39	14.73	28.79
综合样		100.00	31.41	100.00
精矿	69.4	35.39	61.53	69.62
尾矿		64.61	14.71	30.38
综合样		100.00	31.28	100.00
精矿	89.1	33.07	64.89	68.11
尾矿		66.77	15.00	31.89
综合样		100.00	31.51	100.00
精矿	95.5	31.46	66.60	67.45
尾矿		68.54	14.75	32.55
综合样		100.00	31.06	100.00

2.2　阶段磨矿弱磁选流程试验

试验时弱磁机为 Φ400 mm 鼓式永磁弱磁机(22 A/m),一次粗选两次精选,两段磨矿细度和试验结果见表 5,试验流程及条件为: 阶磨磨矿弱磁选弱磁一粗两粗,一段细度 －0.074 mm 51.5%; 二段细度 －0.074 mm 94.5%。

表 5　综合样阶段磨矿弱磁选流程试验结果　　%

产物名称	产率	品位	回收率
铁精矿	29.69	67.03	64.40
精Ⅱ尾矿	0.74	43.55	1.04
精Ⅰ尾矿	12.70	19.35	7.95
一段尾矿	56.87	14.46	26.61
低磁综合样	100.00	30.90	100.00

表 5 说明,综合样采用阶段磨矿弱磁选流程的分选指标与连续磨矿弱磁选流程近似,即在粗精矿磨矿细度达到 －0.074 mm 94.5% 时经一粗两精弱磁选,精矿品位也可达到 67.00%,但尾矿品位也偏高,回收率只有 64.40%。因此,需开展提高回收率试验研究。

2.3　一段磨矿弱磁选尾矿中磁选试验

考虑到在阶段磨矿流程中为提高回收率而采用两段强磁选时设备投资大、流程复杂、明显不合理,为此,对一段磨矿弱磁选尾矿采用永磁中磁机扫选,以降低尾矿品位,提高回收率。在一段磨矿细度 －0.074 mm 51.5%; 永磁弱磁机 22 A/m; 永磁中磁机 87.92 A/m 条件下,低磁综合样弱磁—中磁选试验结果见表 6。

表 6　一段磨矿弱磁—中磁选试验结果　　%

产物名称	产率	品位	回收率
一段弱磁粗精矿	43.89	52.25	74.80
一段中磁精矿	10.78	21.31	7.49
中磁尾矿	45.33	11.98	17.71
低磁综合样	100.00	30.66	100.00

(C)1994-2022 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved.　http://www.cnki.net

表6说明，对弱磁尾矿采用中磁机扫选，可回收产率10.78%、品位21.31%、回收率7.49%的中磁精矿，弱磁—中磁选抛尾量可达到45.33%，也保证了混合粗精矿铁的回收率(82.29%)，仍能显示出阶段磨矿流程的优越性。

2.4 混合粗精矿弱磁强磁选试验

对一段磨矿弱磁—中磁选得到的混合粗精矿再磨到磨矿细度 -0.074 mm 94.2%，进行了弱磁—强磁选流程试验，试验流程及条件：弱磁两次强磁100.482 2 A/m，中矿水200 mL/s，结果见表7。

表7 混合粗精矿弱磁强磁选试验结果 %

产品名称	产率		品位	回收率	
	作业	对原矿		作业	对原矿
弱磁精矿	57.55	31.46	67.39	84.04	69.15
二段强精	13.66	7.47	26.85	7.95	6.54
弱强混精	71.21	38.93	59.62	91.99	75.69
二段尾矿	28.79	15.74	12.85	8.01	6.60
混合粗精	100.00	54.67	46.15	100.00	82.28

表7说明，一段磨矿弱磁—中磁选所得粗精矿在磨矿细度 -0.074 mm 94.2% 时经两次弱磁选可以取得弱磁精矿产率31.46%、品位67.39%、回收率69.15%的指标。如果采用强磁选可回收产率7.47%、品位26.85%、回收率6.54%的(二段)强磁精矿，此时弱磁精矿与强磁精矿合并的弱强混合铁精矿产率和回收率可分别提高到38.93%和75.69%，但品位降低到了59.62%。

3 结论

(1)该矿石具有钙镁高、硅铝低的特点，碱性系数($w(CaO+MgO)$)/($w(SiO_2+Al_2O_3)$) = 2.17，属碱性矿石的范畴。

(2)矿石中铁的赋存状态较为复杂，分布在磁铁矿和半假象赤铁矿中的铁占69.03%，呈赤(褐)铁矿产出的高价氧化铁所占比例较高，因此处理本类型矿石时，应选择弱磁—强磁选的基本流程。

(3)不同磨矿细度对磁选管弱磁选试验的尾矿品位及产率影响不大，品位基本在14.71%～15.00%之间，产率基本在61%～68%之间，为采用阶段磨矿阶段选别流程提供了技术依据。

参 考 文 献

[1] 刘 军，靳淑韵. 中国铁矿资源的现状与对策[J]. 中国矿业，2009，(12)：18-20.

[2] 王 蓓，单 勇，赵培樑，等. 工艺矿物学对难选矿石评价的意义[J]. 矿产资源利用，2015，(1)：58-60.

[3] 仝丽娟，张广伟. 工艺矿物学在选矿中的应用[J]. 现代矿业，2014，(12)：68-70.

欢迎订阅《包钢科技》杂志

邮发代号：16-151 定价：90元/年

地 址：内蒙古包头市昆区河西工业园区包钢技术中心《包钢科技》编辑部

邮 编：014010

联系电话：0472-2186065 0472-2183081

联 系 人：康晓虹

《包钢科技》编辑部

(C)1994-2022 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net