

# 贫赤铁矿高压辊磨机产品强磁预选试验研究

韩跃新<sup>1</sup>, 刘磊<sup>2</sup>, 袁致涛<sup>1</sup>

(1. 东北大学, 辽宁 沈阳 110819; 2. 中国地质科学院郑州矿产综合利用研究所, 河南 郑州 450006)

**摘要:**对贫赤铁矿石的高压辊磨机产品分别进行干式预选试验和湿式预选试验的基础上进行了分级预选研究。试验结果表明:干式预选过程中,降低带速能够降低预选尾矿品位和产率,提高预选精矿收率。湿式预选过程中,减小介质棒间隙,增加介质棒直径和提高背景磁场强度均能够降低预选尾矿品位和产率,提高预选精矿回收率。贫赤铁矿石单一形式的预选效果均不理想。对贫赤铁矿石高压辊磨机产品进行预先分级,筛上粗粒级产品进行干式辊式预选,筛下细粒级产品进行湿式高梯度预选,当分级粒度为0.5mm时,预选效果最佳。在入选铁品位24%的条件下,高压辊磨机粉碎产品的综合预选精矿品位较原矿品位提高8.44个百分点,回收率达86.51%,抛尾产率达35.71%。

**关键词:**贫赤铁矿石;高压辊磨机;强磁预选;分级预选

doi:10.3969/j.issn.1000-6532.2013.01.004

中图分类号:TD951 文献标识码:A 文章编号:1000-6532(2013)01-0014-05

由于破碎产品粒度的限制,目前贫赤铁矿的预选停留在粗粒干式预选上,受细粒级物料的影响,尾矿品位较高,回收率较低。而湿式粗粒级高梯度预选分选过程中机械夹杂现象明显,金属流失严重,抛尾效果较差<sup>[1-2]</sup>。高压辊磨机作为一种超细碎设备具有单位能耗钢耗低、产品粒度分布均匀、设备作业率高等特点,在诸多领域得到了广泛的应用。高压辊磨机实施的是准静压料层粉碎,颗粒本身就可以充当传压介质。当颗粒层受挤压时,各个颗粒之间相互挤压产生巨大的压力导致其破碎或变形,其粉碎产品与传统破碎产品相比,微裂纹明显增多,破碎比大,细粒级含量高,矿物解离特性好<sup>[3-5]</sup>。高压辊磨机在冶金矿山中的应用、相关磁选设备的研发和预选工艺的发展可使许多铁矿选矿厂降低开采边界品位,将大量之前不可经济利用的贫矿纳入资源体系<sup>[6-7]</sup>。在对齐大山贫赤铁矿高压辊磨机产品进行干式和湿式预选试验研究的基础上进行分级预选研究,重点考察了不同的分级粒度对综合预选指标的影响。研究结果对贫赤铁矿高压辊磨超细碎—强磁预选工艺的应用具有一定的指导意义。

## 1 原料性质

试验样品取自鞍钢集团齐大山铁矿选矿分厂,

经过高压辊磨机闭路破碎后粒度组成见图1。有用矿物主要是赤铁矿,TFe品位为24.48%;脉石矿物主要为石英,其次为黑云母、绿泥石、橄榄石等含铁铝硅酸盐矿物。

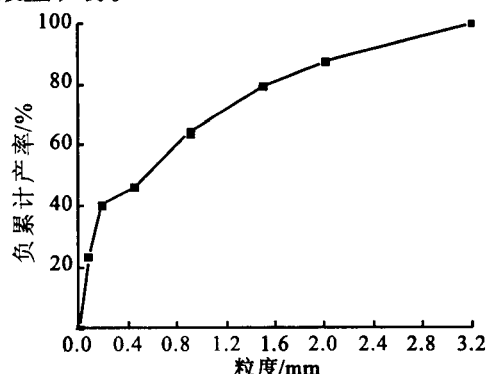


图1 预选给矿粒度分布曲线

Fig. 1 Distribution curve of feeding ore size of pre-concentration

## 2 贫赤铁矿干式预选试验研究

利用Φ350×1100mm型强磁辊式磁选机贫赤铁矿高压辊磨机产品进行干式强磁预选,皮带表面磁感应强度最高能达到0.97T,磁场梯度最高能达

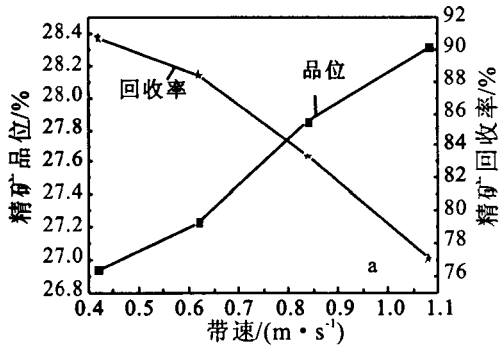
收稿日期:2012-07-06

作者简介:韩跃新(1961-),男,教授、博导,主要从事难选矿石的高效开发利用研究。

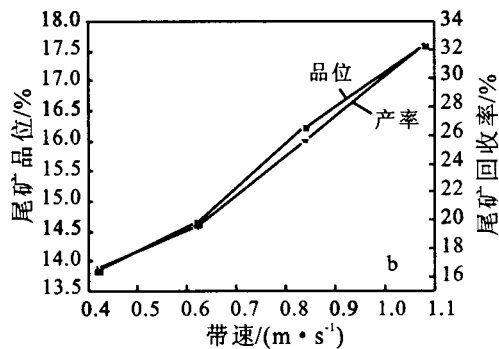
到 68mT/mm。

### 2.1 带速对干式预选效果的影响

对-3.2mm全粒级产品进行不同带速的干式预选试验,带速对预选指标的影响见图3。由图3可知随着带速的增加,预选精矿品位升高,回收率降低,尾矿的品位和产率均升高。高压辊磨产品细粒级含量较高,皮带上物料的受细粒级部分的影响的分布不均匀,导致物料层厚,分选效果差。尾矿中以粗颗粒为主,尾矿品位高,抛尾产率较低。高压辊磨机全粒级产品并不适于干式预选抛尾。



a-对精矿指标的影响



b-对尾矿指标的影响

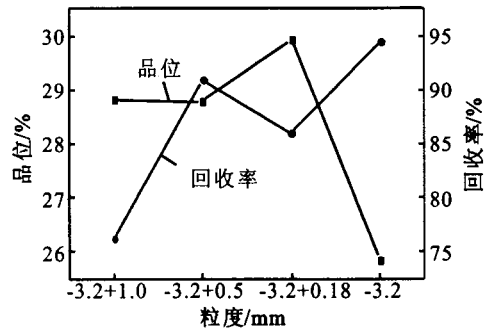
图2 带速对全粒级预选指标的影响

Fig.2 The influence of belt speed on the index of fully graded pre-concentration

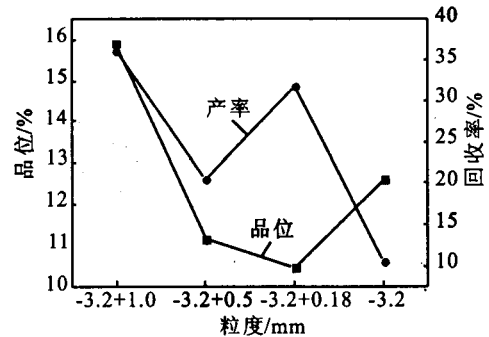
### 2.2 给矿粒度对预选效果的影响

在带速为 0.42m/s 的条件下进行不同给矿粒度的干式预选试验,给矿粒度分别为-3.2mm、-3.2+1.0mm、-3.2+0.5mm 和-3.2+0.18mm,预选结果见图3。对于-3.2+1.0mm,-3.2+0.5mm 粒级和-3.2+0.18mm 粒级给矿,由于没有细粒级物料的干扰,物料分散好,预选效果优于-3.2mm全粒级的预选效果。-3.2+1.0mm 粒级给矿中,由于有用矿物的解离度较低,颗粒中连生体程度高,预选尾矿中品位较高,抛尾产率高,精矿回收率低。对于干式预选而言,适宜的给矿粒度为-3.2+0.5mm 和-3.2+

0.18mm。



a-对精矿指标的影响



b-对尾矿指标的影响

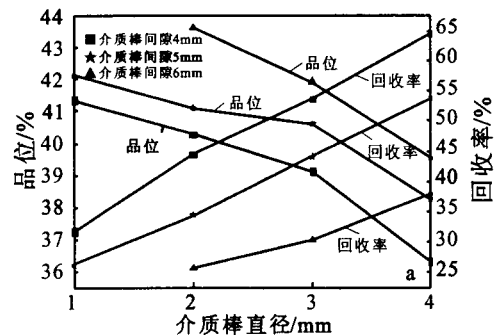
图3 给矿粒度对粗粒级干式预选指标的影响  
Fig.3 The influence of the feeding ore size on the index of coarsely graded dry pre-concentration

### 3 贫赤铁矿湿式预选试验研究

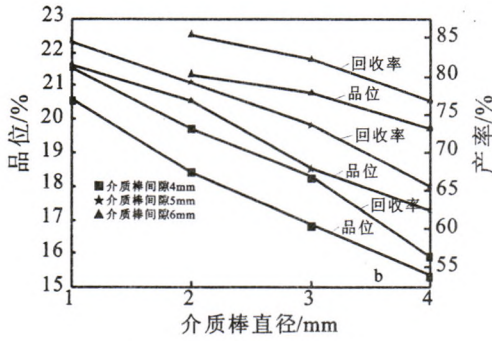
采用圆柱状导磁介质利用XCQS型顺控湿法强磁选机对贫赤铁矿石高压辊磨机进行湿式强磁预选,介质棒直径分别为1mm、2mm、3mm、4mm,间隙分别为4mm、5mm、6mm、7mm。

#### 3.1 介质棒直径对预选效果的影响

在背景磁场强度为358kA/m的条件下对贫赤铁矿石进行不同介质棒直径的湿式磁选试验,介质棒直径对预选指标的影响见图4。当介质棒间隙相



a-对预选精矿指标的影响



b-对预选尾矿指标的影响

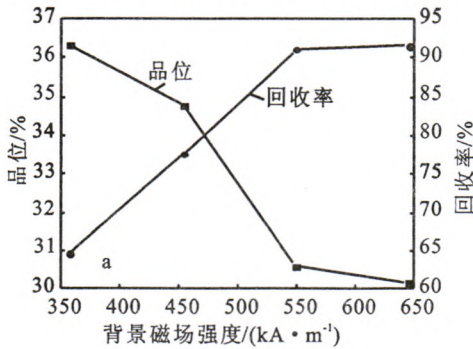
图 4 介质棒直径对预选指标的影响

Fig. 4 The influence of the diameter of the dielectric rod one the index of pre-concentration

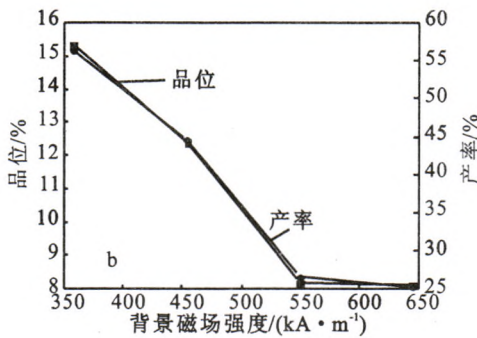
同时,随着介质棒直径的增加,预选精矿的品位降低,回收率升高;预选尾矿的品位和产率均降低。为保证较高的精矿回收率及抛尾产率,当介质棒直径为 4mm,介质棒间隙为 4mm 时预选效果较好。

### 3.2 背景磁场强度对预选效果的影响

采用直径为 4mm 介质棒,在间隙为 4mm 条件下进行不同背景磁场强度的湿式预选试验,背景磁场强度对预选指标的影响见图 5。



a-对预选精矿指标的影响



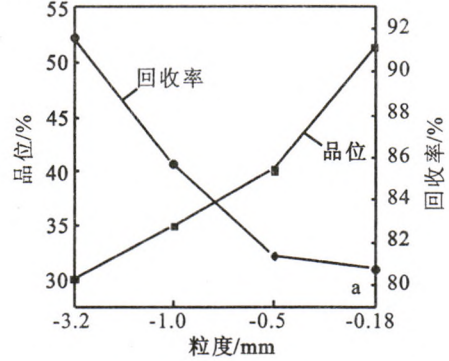
b-对预选尾矿指标的影响

图 5 背景磁场强度对预选指标的影响

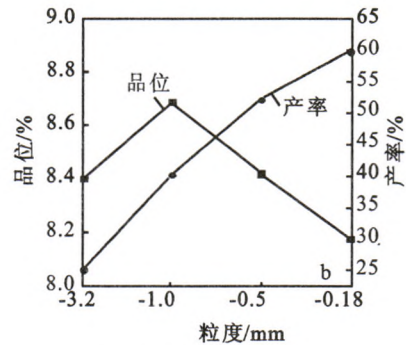
Fig. 5 The influence of the magnetic field intensity on the index of the pre-concentration

随着背景磁场强度的增加,预选精矿的品位降低,当背景磁场强度达到 549kA/m 后品位趋于稳定;精矿回收率升高,当背景磁场强度达到 549kA/m 后趋于稳定;预选尾矿的品位和产率都降低。当背景磁场强度达到 549kA/m 后趋于稳定。

### 3.3 给矿粒度对预选效果的影响



a-对精矿指标的影响



b-对尾矿指标的影响

图 6 给矿粒度对湿式预选指标的影响

Fig. 6 The influence of the feeding ore size on the index of the wet pre-concentration

采用直径为 4mm 介质棒,在间隙为 4mm,背景磁场强度为 645kA/m 的条件下进行不同给矿粒度的湿式预选试验,结果见图 6。随着给矿粒度的降低,预选精矿的品位升高,回收率降低,尾矿产率升高,预选尾矿的品位变化不明显。对于 -3.2mm 全粒级给矿,由于粗颗粒物料的存在,机械夹杂现象严重,精矿中可以观察到大量的贫连生体颗粒甚至是脉石颗粒,精矿品位提高不明显,抛尾产率低。

## 4 分级预选

从上述试验可以看出,贫赤铁矿高压辊磨机粉碎产品只经过单一形式的预选抛尾的效果不理想。因此对高压辊磨机产品分级预选试验,试验流程见图 7。预先对贫赤铁矿破碎产品分级,筛上产品采

用干式辊式强磁选机进行干抛预选,筛下产品采用湿式高梯度强磁选机进行预选抛尾,控制筛孔的尺寸分别为 1.0mm,0.5mm 和 0.18mm。

不同控制筛孔尺寸下分级预选指标见表 1。预选要求在提高精矿品位的同时尽可能的多提高回收率,另外从工业实现角度考虑,确定贫赤铁矿高压辊磨产品分级预选的控制筛孔的尺寸为 0.5mm。当控制筛孔的尺寸为 0.5mm 时,分选产品合计后,预选精矿较原矿品位提高了 8.44 个百分点,回收率达 86.51%,尾矿品位为 9.22%,尾矿抛尾产率达

35.71%。

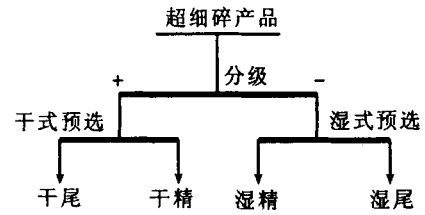


图 7 贫赤铁矿分级预选试验流程

Fig. 7 Test flowsheet of the classifying pre-concentration for the low-grade hematite

表 1 不同控制筛孔尺寸下的分级预选结果

Table 1 The classifying pre-concentration results under the different control mesh size

筛孔尺寸 /mm	粒度 /mm	产率 /%	预选方式	背景场强 /kA · m <sup>-1</sup>	相对于原矿			
					产品名称	产率/%	品位/%	回收率/%
1.0	-3.2+1.0	34.96	干式预选	645	精矿	22.31	28.83	26.42
					尾矿	12.65	15.92	8.27
					给矿	34.96	24.16	34.70
					精矿	38.89	35.03	55.97
					尾矿	26.15	8.69	9.34
	-1.0	65.04	湿式预选		给矿	65.04	24.44	65.30
					精矿	61.20	32.77	82.39
					尾矿	38.80	11.05	17.61
					给矿	100.00	24.34	100.00
					合计	100.00		
0.50	-3.2+0.50	51.80	干式预选	645	精矿	41.22	28.79	48.58
					尾矿	10.58	11.13	4.82
					给矿	51.80	25.18	53.41
					精矿	23.07	40.16	37.93
					尾矿	25.13	8.42	8.66
	-0.50	48.20	湿式预选		给矿	48.20	23.61	46.59
					精矿	64.29	32.87	86.51
					尾矿	35.71	9.22	13.49
					给矿	100.00	24.43	100.00
					合计	100.00		
0.18	-3.2+0.18	59.84	干式预选	645	精矿	40.80	29.94	49.95
					尾矿	19.04	10.46	8.15
					给矿	59.84	23.74	58.10
					精矿	16.10	51.41	33.85
					尾矿	24.06	8.18	8.05
	-0.18	40.16	湿式预选		给矿	40.16	25.51	41.90
					精矿	56.90	36.02	83.80
					尾矿	43.10	9.19	16.20
					给矿	100.00	24.45	100.00
					合计	100.00		

## 5 结 论

(1) 干式预选试验表明,随着带速的增加,预选精矿品位升高,回收率降低,尾矿的品位和产率均升高。全粒级分选过程中,皮带上物料的受细粒级部分的影响分布不均匀,分选效果差。对于-3.2+1.0mm 粒级给矿,由于有用矿物的单体解离度较低,预选精矿回收率低。干式预选适宜的给矿粒度为-3.2+0.5mm 和-3.2+0.18mm。

(2) 湿式预选试验表明,减小介质棒间隙,增加介质棒直径和提高背景磁场强度均能够降低预选尾矿品位和产率,提高预选精矿回收率。对于-3.2mm 全粒级给矿,由于粗颗粒物料的存在,机械夹杂现象严重,精矿品位提高不明显,抛尾效果差。随着给矿粒度的降低,预选精矿的品位升高,回收率降低,尾矿产率升高,预选尾矿的品位变化不明显。

(3) 对于-3.2mm 全粒级产品,单一形式的预选效果均不理想。破碎产品预选进行筛分分级,筛上产品进行干式预选,筛下产品进行湿式预选。当控制筛孔的尺寸为 0.5mm 时,分选产品合计后,预选精矿较原矿品位提高了 8.44 个百分点,回收率达

86.51%,尾矿品位为 9.22%,尾矿抛尾产率达 35.71%。

### 参考文献:

- [1] 袁致涛,高太,郭小飞,等. 永磁强磁选设备的研究与应用[J]. 东北大学学报(自然科学版),2010,31(8):1187-1191.
- [2] Zhitao Yuan, Lei Liu, Yuexin Han. Wet Pre-concentration of Low-grade Hematite in High-pressure Grinding Roller[J]. Advanced Materials Research, 2012, 454:363-368.
- [3] 刘建远,黄瑛彩. 高压辊磨机在矿物加工领域的应用[J]. 金属矿山,2010(6):1-8.
- [4] 罗主平,刘建华. 高压辊磨机在我国金属矿山的应用与前景展望(一)[J]. 现代矿业,2009(2):33-37,85.
- [5] Norgate T E, Weller K R. Selection and operation of high pressure grinding rolls circuits for minimum energy consumption[J]. Minerals Engineering, 1994(7):1253-1267.
- [6] Wasmuth H D, Unkelbach KH. Recent developments in magnetic separation of feebly magnetic minerals[J]. Minerals Engineering, 1991, 4(7-11):825-837.
- [7] Arvidson B R, Henderson D. Rare-earth magnetic separation equipment and application developments[J]. Minerals Engineering, 1997, 10(2):127-137

## High Intensity Magnetic Pre-concentration of Hematite Ore Comminuted by High-pressure Grinding Roller

HAN Yue-xin<sup>1</sup>, LIU Lei<sup>2</sup>, YUAN Zhi-tao<sup>1</sup>

(1. Northeastern University, Shenyang, Liaoning, China;

2. Zhengzhou Institute of Multipurpose Utilization of Mineral Resources, CAGS, Zhengzhou, Henan, China)

**Abstract:** High intensity pre-concentration of hematite ore comminuted by high-pressure grinding roller (HPGR) was studied by dry magnetic separation and wet magnetic separation, and then the classifying pre-concentration test was done. The results showed that as the roll speed was reduced, the tailings grade and the tailings yield were reduced, while the Fe recovery were raised in dry pre-concentration. As the rod gap was decreased, the rod diameter and the BMFI were increased, the tailings grade and the tailings yield were reduced, while the Fe recovery was raised in wet pre-concentration. The pre-concentration performances were not satisfactory by the single separating method. But when the products in HPGR were screened firstly, and then the oversize products were separated by the dry magnetic separator and the undersize products were separated by the wet high-gradient magnetic separator, the optimum performance for the classifying pre-concentration was obtained at the classifying size of 0.5mm. After classifying pre-concentration, the overall concentrate grade was improved by 8.44% with a recovery of 86.51% and a tailing yield of 35.71% under the condition of the beneficiation feed grade as 24%.

**Key words:** Low-grade hematite; High-pressure grinding roller; High-intensity magnetic separation; Classifying pre-concentration