

磁选柱的分选特性分析与实践应用

赵通林, 陈中航, 陈广振

(辽宁科技大学矿业工程学院, 辽宁 鞍山 114051)

摘要:本文分析了磁选柱的磁场特性、分选过程和工业生产情况, 讨论了磁选柱分选精度高的原因。实践表明, 磁选柱用于精选作业, 分选磁铁矿低品位粗精矿最终精矿铁品位优于筒式磁选机精矿 2% ~ 5%。同时指出了需改进之处, 为进一步的开发研究工作提供了方向。

关键词:磁选; 磁选柱; 分选过程

doi:10.3969/j.issn.1000-6532.2013.03.003

中图分类号: TD951 文献标识码: A 文章编号: 1000-6532(2013)03-0015-03

目前钢铁业对铁精矿的质量要求不断提高, 特别是对硅含量的要求更加严格, 国际上一般要求含量在 4% 以下。而我国磁铁矿精矿平均硅含量在 6.3% 左右, 与国际水平存在着较大的差距, 普遍存在着硅含量高的问题^[1]。究其根源, 主要在于我国磁铁矿精选设备筒式磁选机的分选精度不高所致。

1 筒式磁选机分选精度低的原因

筒式磁选机的磁系由磁块和磁轭组成, 一般采用锶铁氧体磁块, N-S 极交替排列。由于采用固定的永磁磁系, 磁场力较大, 且磁场恒定, 选别过程中磁性矿粒间存在磁团聚作用, “磁性夹杂”和“非磁性夹杂”均存在, 使连生体、单体脉石进入磁性产品中几率较大, 降低了磁选过程选择性。虽然筒式磁选机的磁系采用 N、S 磁极交替排列, 存在一定的“磁翻滚”作用, 但由于磁性产品集中在筒体表面、浓度较大, 又因为连生体颗粒的比磁化系数比脉石矿物要大得多, 就难以使其有效地从磁性产品中分离出去, 致使磁性产品质量较低。如尖山铁矿, 经过三段磨矿, 五段筒式磁选机选别, 精矿品位 65% ~ 66%, 对品位 65.7% 的精矿进行了磁选管选别结果表明, 磁选管选别可以得到产率 65%, 品位 68.3%

的较高质量的铁精矿, 磁选管尾矿经高倍电子显微镜鉴定, 磁选管尾矿中除少量连生体外, 95% 是单体石英颗粒。本钢歪头山选矿厂弱磁选得到的品位 67.79% 的磁选精矿中, 脉石占 6.32%, 其中 69.32% 是以单体形式存在的, 磁铁矿中有 10.40% 的连生体颗粒。以上数据表明, 连生体和单体脉石进入磁选精矿是限制提高筒式磁选机分选效率和分离精度的根本原因^[2]。

因此为提高我国铁精矿质量的关键在于找到能够在分选过程中有效地破坏磁团聚的技术。只有能够有效地剔除磁团聚中夹杂的连生体和单体脉石, 才能获得高品位的铁精矿。

2 磁选柱磁场特性

磁选柱是一种既能充分分散磁团聚, 又能充分利用磁团聚的电磁式低弱磁场高效磁重选矿设备。其主要工作单元有三个部分:

(1) 控制电路

控制电路由单片微机、控制键、显示电路、开关电源等组成。

(2) 驱动电路

驱动电路由调压电源、驱动和整流模块、电压

收稿日期: 2012-11-02

作者简介: 赵通林(1968-), 男, 辽宁科技大学矿业工程学院, 副教授。

表、电流表和电磁系工作指示灯等组成。

(3) 电磁系磁选柱电磁磁系由多个直线圈构成,线圈由上而下分成几组。由上而下顺序循环接

通电源,产生断续周期变化的循环磁场。

$\phi 600\text{mm}$ 磁选柱结构及磁场特性见图 1。

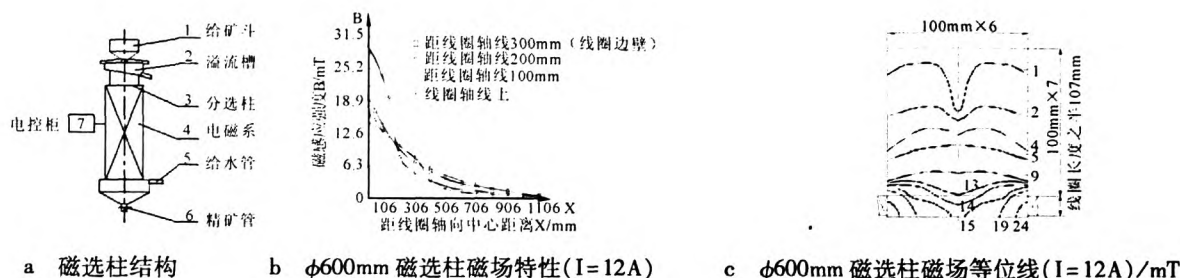


图 1 磁选柱结构及磁场特性

Fig. 1 The structure of magnetic separation column and the characteristics of the magnetic field

图 1b 中可以看出在轴向及径向,分选空间内均存在着磁场梯度,单个线圈轴向上能作用于上一个线圈的中心,在上一个线圈磁场消失时能有效地将磁铁矿颗粒吸引过来,磁性颗粒径向上有向边壁运动的过程,轴向上有向下运动的过程,且两个运动过程一个逆流于水流,一个错流于水流。

磁系磁感应强度在 $0 \sim 20\text{mT}$ 之间,分选区磁感应强度在 $10 \sim 20\text{mT}$ 之间,约为筒式磁选机的 $1/5$ 。通断电循环周期调节范围为 $1 \sim 9\text{s}$,磁感应强度和变化周期可以根据入选物料的性质不同而任意调节。磁场的特点为低弱、不均匀、时有时无、非恒定的脉动磁场。因此可以精选低品位磁选精矿,生产出高品位铁精矿,甚至超纯铁精矿。

3 分选过程分析

磁选柱由直流电源自动供电励磁,在柱内形成顺序下移循环往复的脉动磁场力,允许的旋转上升水流速度高达 $2 \sim 6\text{cm/s}$ 。其分选过程是:给矿矿浆由给矿斗经给矿管进入磁选柱中上部,磁性矿粒,特别是单体磁铁矿颗粒在由上而下的磁场力作用下,团聚与分散反复交替进行,再加上由下而上的切向上升水流的冲洗、淘汰作用,使夹杂于其中的单体脉石和中、贫连生体由上升水流带动上升,由上部溢流槽溢出成为尾矿。磁铁矿颗粒,包括单体磁铁矿颗粒和磁铁矿富连生体,在连续向下的磁场力及磁链

有效重力的作用下,不为上升水流所冲带,而由下部精矿排矿管排出成为高品位磁铁矿精矿。

对选别效果起主要作用的只有两种力:旋转上升水流动力和循环顺序下移的磁场力。旋转上升水流动力所起的主要作用,一是从磁团聚中分离出连生体和脉石;二是将它们带入尾矿腔;磁场力所起的主要作用是创造磁团聚反复分散——团聚——分散的条件,以利于旋转上升水流从磁团聚中分离出夹杂的连生体和脉石,从而生产出高品位的磁铁矿精矿。这两种动力的有效配合是保证磁选环柱获得高品位铁精矿的必备条件,对不同性质矿石的选别主要是通过调节这两个参数来达到最佳选别效果。

磁选柱之所以能够获得高品位磁铁矿精矿就在于入选的磁性物料在磁选柱一机上可以实现多次反复的分散和团聚。分散时,夹杂在磁团聚中的连生体和脉石被旋转上升水流动力不断向上冲出成为尾矿;团聚时,磁团聚在本身有效重力和磁场力的作用下向下运动。经过反复 $6 \sim 7$ 次的分散和团聚作用,磁团聚中夹杂的连生体和单体脉石受到充分的淘洗作用,品位越来越高,最后从磁选柱下部排出成为精矿。因此,磁选柱能够有效地剔除磁团聚中夹杂的连生体和单体脉石,获得令人满意的高品位铁精矿。因为磁团聚现象对细粒磁铁矿也有一定捕集作用,所以磁选柱对磁铁矿的作业回收率也较高。

4 磁选柱工业应用及改进

使用磁选柱处理磁铁矿,在工业生产实践中获得了令人满意的高品位铁精矿, $\phi 600\text{mm}$ 磁选柱工业应用指标见表1。

表1结果表明,采用磁选柱一般情况下可以比采用筒式磁选机提高最终精矿铁品位2%~5%以上。从磁选柱溢流的尾矿指标看,作为最后的精选作业,其给矿品位高,所以溢流品位中铁品位也较高,流程中磁选柱尾矿一般作为中矿通过浓缩磁选后再磨再选^[3]。溢流铁品位超过50%,在生产中易产生跑黑现象,即细粒级精矿进入溢流。

表1 $\phi 600\text{mm}$ 磁选柱工业应用指标

Table 1 The industrial application index of $\phi 600\text{mm}$ magnetic separation column

选矿厂	磁选机 综精品位/%	磁选柱 精矿品位/%	磁选柱 尾矿品位/%
鞍钢弓长岭	61.0	66.5	37.9
本溪恒仁	64.0	66.4	26.5
东鞍山再选厂	50.0	62.0	38.2
吉林四方山	59.4	66.3	27.3
本钢歪头山	67.0	68.5	35.5
本钢南芬	67.0	68.5	42.0
灯塔纪家	52.0	67.2	7.0
新余良山	63.5	65.5	53.5
西林灯塔	65.3	67.6	28.6
通钢板石	64.0	66.7	56.3

因此根据大量的实践归纳,磁选柱的改进措施有:

(1)磁选柱的分选区磁感应强度仅为10~20mT,磁性偏弱和粒度较细矿物的磁场力不能有效克服上升水流的冲击力作用,易导致溢流尾矿跑黑,影响铁的回收率。

(2)磁选柱是利用上升水流动力把粗大颗粒脉

石冲入尾矿,为克服其沉降速度势必要增大上升水流速度,而上升水流速度的增大又会带来负面影响,使部分细粒磁铁矿被冲出进入尾矿,造成尾矿品位增高;因此,磁选柱对给矿粒度要求较严格,对一般选矿厂而言,需要在磁选柱作业前需设置筛分设备以控制给矿粒度。

(3)磁选柱采用“顺流而上”的尾矿排出方式,耗水量偏大。尾矿浓度较低,仅为1%~5%,处理每吨给矿需用水2~4t。

5 结 论

(1)磁选柱属于低弱磁场磁重选矿设备。工作时其中心磁感应强度仅为10~20mT。针对磁性较弱的磁铁矿,应开发磁场强度适当增大的新型磁选柱。

(2)其分选原理独特,利用断续磁场配合上升冲洗水可以有效地去除精矿中裹挟的单体脉石和中、贫连生体,精矿品位高。

(3)工业实践说明磁选柱适用于磁铁矿精选,选分效果好于筒式磁选机。

(4)存在细粒级流失及耗水量偏大,对入选物料粒度要求较严格等需改进之处。

参考文献:

- [1]余永富.国内外铁选矿技术进展及对炼铁的影响[J].矿冶工程,2004(2):26-29.
- [2]袁志涛,徐新阳,郑龙熙.磁团聚与弱磁选设备[J].有色矿冶,2001(2):17-19.
- [3]卞春富,蒋文利.铁精矿提铁降硅工艺探讨[J].金属矿山,2003(增刊):109-112.
- [4]孙仲元.高效磁选设备在铁精矿提质降杂中的应用[J].金属矿山,2002(增刊):39-44.

Characteristic Analysis and Application of the Separation of Magnetic Separation Column

ZHAO Tong-lin, CHEN Zhong-hang, CHEN Guang-zhen

(University of Science and Technology of Liaoning, School of Mining Engineering, Anshan, Liaoning, China)

Abstract: The Magnetic field characteristics, the separation process, and the industrial application of magnetic separation column are analyzed in this paper. The reason why the separation precision is so high is discussed. The practice showed when the magnetic separation column was used, the grade of the iron concentrate is 2%~5% higher than that of the Drum magnetic separator. Also, some improvements are pointed for the further research.

Key words: Magnetic separation; Magnetic separation column; Separation process