

文章编号:1673-9981(2021)02-0154-05

ZQS-X-1000 型周期式磁选机在福建 某高岭土矿的应用研究

钟森林^{1,2}, 梁焘茂^{1,2}, 陈龙^{1,2}, 张超达^{1,2}, 王丰雨^{1,2}, 蔡绍波^{1,2}

1. 广东省科学院资源综合利用研究所, 广东省矿产资源综合开发利用重点实验室, 广东 广州 510650; 2. 广州粤有研矿物资源科技有限公司, 广东 广州 510650



摘要:针对现有磁选设备分选高岭土除铁效果不好、处理量小、容易堵塞的现状,开发了 ZQS-X-1000 新型磁选机,该机具有磁场强度高、磁场分布均匀,采用独特的组合磁介质,配合高压水、高压气进行卸矿的特性.工业试验结果表明,该机具有处理量大、生产效率高、生产指标良好及长期运行平稳的特点.应用该机处理福建某含 Fe_2O_3 为 0.55% 和烧成白度 75.2 的高岭土原料,在给矿时添加六偏磷酸钠 0.4%、矿浆浓度 17.5%、给矿量 $25 \text{ m}^3/\text{h}$ 的条件下,经一次磁选可以取得产率 84.15%、含 Fe_2O_3 品位 0.29% 及烧成白度 88.7 的优质高岭土产品.

关键词:高岭土磁选除铁;高岭土增白;ZQS 强磁选机

中图分类号:TD97, TD457

文献标识码:A

引文格式:钟森林,梁焘茂,陈龙,等. ZQS-X-1000 型周期式磁选机在福建某高岭土矿的应用研究[J]. 材料研究与应用, 2021, 15(2):154-158.

ZHONG Senlin, LIANG Taomao, CHEN Long, et al. Application study of ZQS-X-1000 periodic magnetic separator on a kaolin ore in fujian province[J]. Materials Research and Application, 2021, 15(2):154-158.

高岭土广泛应用于陶瓷工业、造纸涂料、橡胶、塑料、电缆、耐火材料和石化、医药、轻工,以及农业等行业中^[1].随着人们生活水平的提高,对日用陶瓷、建筑卫生陶瓷产品的质量要求越来越高,极大的刺激了对优质高岭土陶瓷原料的需求.而天然高岭土常含有铁、钛等致色元素,降低了其白度,限制了其应用.为保证产品质量,通常需要对高岭土原料进行选矿提纯加工,除去铁和钛等致色元素以提高白度.高岭土的选择提纯方法有重选法(除砂)、磁选法、浮选法、生物法和化学漂白法^[2],工业上一般采用强(高梯度)磁选和化学漂白方法除去铁、钛等染色元素.化学漂白工艺生产成本较高,操作复杂,而且残留化学药剂对产品质量有较大的影响,同时需

要对漂白后的洗涤废水进行处理,容易对环境造成一定的污染^[3].磁选方法具有自动化程度高、无污染、劳动强度低等优点,但当前磁选设备分选高岭土时存在处理量小、介质堵塞、除铁效率低下等问题,亟待改进.

福建某地具有丰富的砂质高岭土资源,广泛应用于陶瓷制品.某高岭土加工厂对原矿进行破碎、捣浆、分级、除砂后,获得 -0.043 mm 粒级含 Fe_2O_3 为 0.55%、烧成白度为 75.2 的高岭土原料.为提高产品品质,获得更高经济效益,生产含 Fe_2O_3 为 0.3% 以下的优质陶瓷原料,开发了适用于高岭土选别的 ZQS-X 型周期式磁选机.工业试验取得了良好的生产指标,使用 ZQS-X 型周期式磁选机对该高岭

收稿日期:2021-02-26

作者简介:钟森林(1984-),男,江西赣州人,工程师,主要从事选矿工艺和设备的开发研究.

土矿磁选一次,获得了含 Fe_2O_3 为 0.29%、烧成白度为 88.7 的优质陶瓷原料。

1 矿样制备及性质

高岭土原料制备流程如图 1 所示.首先原矿用高压水枪破碎,再经条筛隔去大块的粗粒级矿石,然后进入捣浆机制浆,依次经过圆筒筛和螺旋分级机除去粗砂,分级机溢流经旋流器和振动筛除去细砂,筛下物即是高岭土原料。

高岭土原料多元素分析结果列于表 1.由表 1 可知,试样含 Al_2O_3 为 34.81%,烧白度为 75.2,含致色元素 Fe_2O_3 及 TiO_2 分别为 0.55%和 0.02%。

表 1 试样多元素分析结果

Table 1 Analysis result of multi-element

元素	Fe_2O_3	SiO_2	Al_2O_3	K_2O	Na_2O	MgO	CaO	TiO_2	白度	湿白	灼减
含量 $w/\%$	0.55	49.97	34.81	3.16	0.19	0.48	0.12	0.02	75.2	64.6	10.41

图 2 为原料 X 射线衍射图谱.从图 2 可见,试样的主要矿物成分为石英、高岭石及云母、伊利石和三水铝石等。

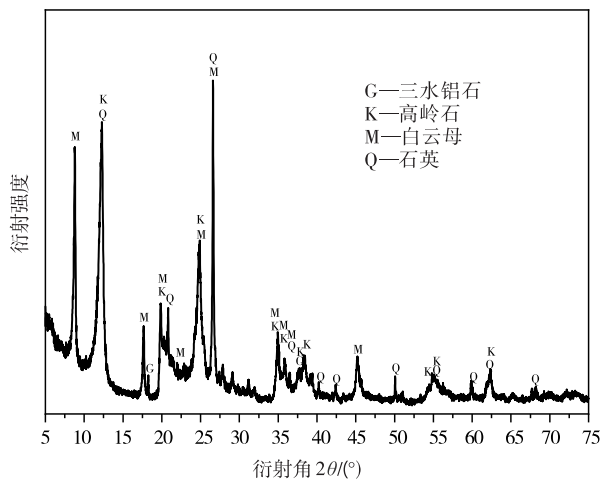


图 2 高岭土原料 XRD 图谱

Fig. 2 XRD image of kaolin raw ore

2 ZQS-X 磁选机和试验方案

2.1 ZQS-X 磁选机的结构、特点及工作原理

ZQS-X 磁选机为新型周期式强磁选机,主要运用于细粒及微细粒非金属矿的除杂,由广州粤有研矿物资源科技有限公司研制生产,是一种高效的磁

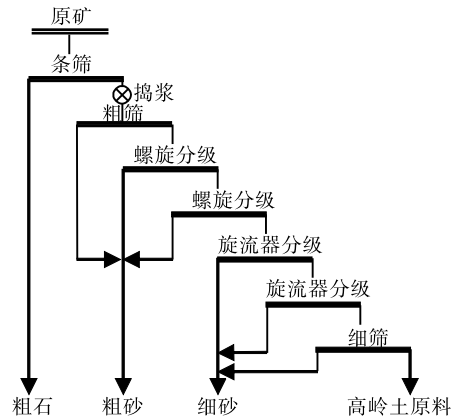


图 1 高岭土原料制备流程图

Fig. 1 Processing flow sheet of kaolin raw ore

选设备,目前已系列化生产应用^[4].该设备激磁线圈采用紫铜绕制而成,铁铠磁系包裹线圈,合理的磁系设计极大的减少了漏磁,在上下磁系间形成场强度高且分布均匀的选别腔,该机最大磁场强度可达 1.5 T。

图 3 为新型 ZQS-X 磁选机的示意图,该设备主要由磁系、激磁线圈、磁介质、电控柜及各管路组成.矿浆经泵或高位矿箱给入磁选机进浆管,再进入磁选机选别腔,矿浆里的磁性矿物被磁选机分选腔里的磁介质吸附,非磁性矿物随矿浆从磁选机上部精矿管排至产品池.当磁介质吸附饱和时磁选机停止给矿,留在分选腔里的矿浆可通过回浆(洗矿)管进行回浆或洗浆,采取回浆方式时矿浆则进入给矿池,采用洗浆方式时矿浆则连接洗浆水排至产品池,同时入选矿浆从回流管回至给矿池.磁选机卸矿时,采用高压水及高压空气对吸附在磁介质上的磁性物进行上、下冲洗,并经上、下冲排铁管排出磁选物,然后进入下一个选别周期,整个过程由 PLC 自动控制。

ZQS-X 磁选机主要特点:磁系为多边形,采用紫铜材质的铜管作为激磁线圈,保证了分选区磁场强度高,分布均匀;电源控制柜高效、安全、可靠,保证了设备性能及运作的稳定,进而确保指标的长期稳定;采用钢网和钢毛相结合的组合磁介质,既保证了对磁性物的吸附,同时又降低了高岭土的夹带损

失量;卸矿时结合高压水和高压空气,并采用上冲和下冲交替的合理冲洗工艺流程,达到了快速、高效的卸矿效果,保证了磁介质不堵塞,提高了设备生产率

和稳定生产指标,同时减少冲洗水用量进而减轻后续磁性物脱水作业量。

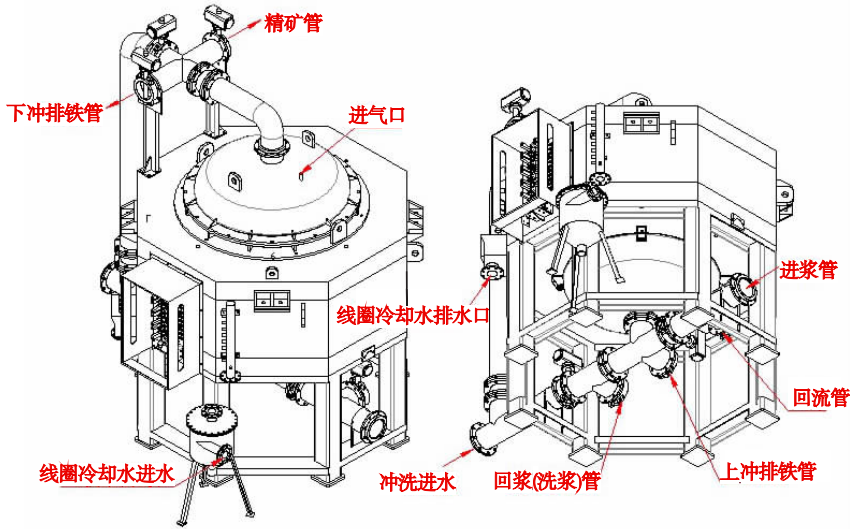


图3 ZQS-X磁选机设备示意图

Fig. 3 Diagram of ZQS-X magnetic separator

2.2 试验方法

由于所制备的高岭土原料浆的浓度较低,直接进行磁选矿浆量大,会导致处理效率较低,需经浓缩处理,但浓度过浓时高岭土矿浆黏度增大,流动性下降,高岭土容易夹带在磁介质中,既易造成堵塞磁选机,又降低设备生产率及产品回收率。同时,高岭土中矿物颗粒表面带有不同电荷,容易相互吸引而絮凝,加入一定量的分散剂使矿物颗粒充分分散,从而降低黏度,有利于提高分选效果^[5-6]。

首先将高岭土原料浆泵送至缓存池浓缩,浓缩至一定浓度后抽至磁选机给矿池中,在添加适量的分散剂进行搅拌,然后经ZQS-X-1000磁选机磁选除铁,磁选后的非磁性物经浓缩、压滤、造粒、烘干、打包后为高岭土产品,磁选机的磁性物经浓缩、压滤后作为副产品。

3 结果与讨论

为降低高岭土的铁含量及提高白度,确定ZQS-X-1000最佳生产条件。试验时磁选机磁场强度参数采用该机最大值进行试验,即固定磁选机的磁场强度为1.5 T。为确定合适给矿浓度,首先进行给矿浓

度条件试验,然后进行分散剂六偏磷酸钠添加量的条件试验研究,最后进行矿浆处理量的试验。

3.1 给矿浓度条件试验

在入选矿浆量为 $25\text{m}^3/\text{h}$ 、六偏磷酸钠的添加量为0.4%条件下,分别进行了12.5%,15%,17.5%,20%和22.5%的给矿浓度试验,试验结果见图4。由图4可见,随着给矿浓度的增加, Fe_2O_3 品位提高而产率下降;当给矿浓度大于17.5%时,产品 Fe_2O_3 品位增加,但产品产率降低明显。这主要原因是高岭

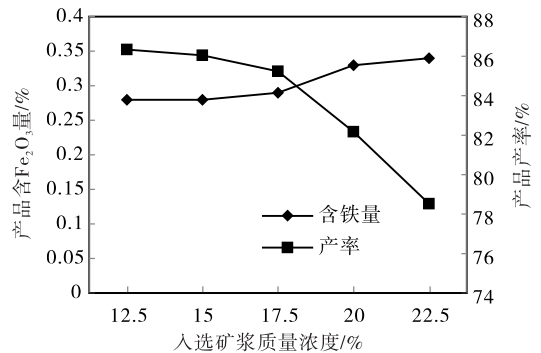


图4 给矿浓度条件试验

Fig. 4 Test of influence of pulp density on the magnetic separation of kaolin

土粒度较细,浓度较大时矿浆黏性也较大,不利于磁选,同时夹带也较严重。

3.2 六偏磷酸钠用量条件试验

在给矿浓度 17.5%、入选矿浆量 25 m³/h 条件下,进行了不同六偏磷酸钠添加量的试验,添加量分别为 0.1%、0.2%、0.3%、0.4% 和 0.5%,试验结果见图 5。从图 5 可见,随着给矿中六偏磷酸钠含量的增加,产品中 Fe₂O₃ 品位呈降低趋势,当六偏磷酸钠添加量大于 0.4% 时,产品 Fe₂O₃ 的品位降低不明显,产品白度也提高不大。

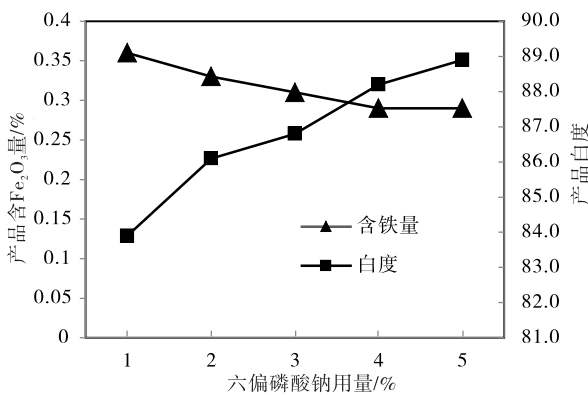


图5 六偏磷酸钠用量条件试验

Fig. 5 Test of influence of sodium hexametaphosphate dosage on the magnetic separation of kaolin

3.3 入选矿浆量条件试验

确定给矿浓度 17.5%、六偏磷酸钠添加量 0.4%,改变单位时间入选矿浆量,进行了入选矿浆量的条件试验,其中入选矿浆量分别为 10、15、20、25、30 和 35 m³/h,试验结果见图 6。

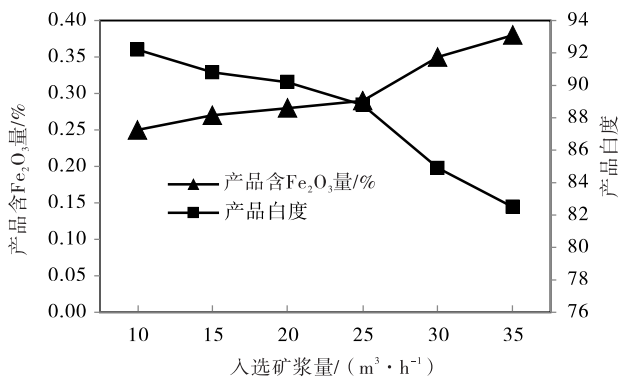


图6 入选矿浆量的条件试验

Fig. 6 Test of influence of pulp feed capacity on the on the magnetic separation of kaolin

从图 6 可见,随着入选矿浆量的增加,产品 Fe₂O₃ 品位增加,白度下降,尤其当入选矿浆量大于 25 m³/h 时产品 Fe₂O₃ 含量高于 0.3%,但白度显著降低。因此,要生产 Fe₂O₃ 含量小于 0.3% 的高岭土产品,入选矿浆量不应超过 25 m³/h。

3.4 稳定试验结果

根据条件试验结果,选定 ZQS-X-1000 磁选机磁场强度 1.5 T、矿浆处理量为 25 m³/h、给矿浓度为 17.5% 及六偏磷酸钠添加量为 0.4% 的条件下,磁选机给矿量为 4.8 t/h 进行稳定生产,生产产品经浓缩后压滤成成品,稳定生产 7 周,最终可获得产率 84.15%,Fe₂O₃ 品位 0.29%、烧成白度为 88.7 的高岭土综合产品。

4 结语

福建某含 Fe₂O₃ 为 0.55% 和烧成白度 75.2 的砂质高岭土原料,在 ZQS-X-1000 磁选机磁场强度 1.5 T,给矿量为 4.8 t/h,给矿浓度为 17.5%,给矿中六偏磷酸钠含量为 0.4% 的条件下,高岭土原料经 ZQS-X-1000 磁选机一次选别后可取得磁选作业产率 84.15%,含 Fe₂O₃ 品位 0.29%,烧成白度为 88.7 的高岭土成品。ZQS-X 磁选机可有效降低高岭土原料中的铁品位,磁选除铁率达 55.63%。连续生产表明,ZQS-X 磁选机性能、指标稳定,操作简单,经济环保。

参考文献:

- [1] 姜桂兰,张志军,薛兵.高岭土加工与应用[M].北京:化学工业出版社,2014:1-13.
- [2] 郑水冰.非金属矿加工与应用[M].北京:冶金工业出版社,2008:74-81
- [3] 唐志阳.高岭土除铁增白方法[J].江苏陶瓷,2015,48(2):18-20.
- [4] 吴城材,张超达,钟森林,等.ZQS型周期式高梯度磁选机在非金属矿除杂提质中的应用[J].材料研究与应用,2017(3):47-50.
- [5] 陈强,袁纳.无机分散剂在高岭土选矿中的应用探讨[J].中国非金属矿工业导刊,2008(1):28-30.
- [6] 黄亮国,朱燕娟,赵韦人,等.高岭土最佳分散条件的确定与探讨[J].中国造纸,2009,28(6):18-21.

Application study of ZQS-X-1000 periodic magnetic separator on a kaolin ore in fujian province

ZHONG Senlin^{1,2}, LIANG Taomao^{1,2}, CHEN Long^{1,2}, ZHANG Chaoda^{1,2}, WANG Fengyu^{1,2}, CAI Shaobo^{1,2}

1. *Institute of Resources Comprehensive Utilization, Guangdong Academy of Sciences, Guangdong Provincial Key Laboratory of Development and Comprehensive Utilization of Mineral Resource, Guangzhou 510650, China*; 2. *Guangzhou Yueyouyan Mineral Resource Technology Co., Ltd., Guangzhou 510650, China*

Abstract: There were some disadvantages found in the magnetic separator on processing kaolin, such as in efficiency of removing ferrous, lower capacity, easy to be plugged. In this paper, a novel type magnetic separator with high strength and uniformly distributed magnetic field, unique combined magnetic medium, high pressure water and gas for washing, named ZQS-X-1000 was developed. Industrial experiments showed that the novel separator has a good performance of large capacity, high production efficiency, high quality of products, long-term operational stability. Kaolin raw ore with 0.55% Fe_2O_3 and 75.2% calcination whiteness in Fujian province was magnetic separated by the novel equipment. Under the pulp conditions of 17.5% pulp density, 0.4% sodium hexameter phosphate concentration and 25 m^3/h pulp feed capacities, high quality kaolin products with 0.29% Fe_2O_3 and 88.7% calcination whiteness was obtained through only one time separation.

Key words: magnetic separation for kaolin; improve whiteness of kaolin; ZQS high gradient magnetic separator