

关于煤用磁选机工艺性能检测及操作要点探讨

苏 健

(国能神东煤炭洗选中心,陕西 榆林 719315)

摘要:煤用磁选机设备结构简单,分选精度高,回收率高、维护量小,在重介选煤行业得到广泛推广应用。从入料性质、设备参数对影响煤用磁选机工艺性能效果的因素进行分析,结合运行效果采样、检测、化验,对磁选机进行工艺性能评定,并提出保证运行效果建议。

关键词:选煤;磁选机;工艺性能;效果检测;技术检查

中图分类号:TD94 文献标志码:A 文章编号:1006-6772(2023)S1-0229-04

Discussion on process performance test and key points of operation of magnetic separator for coal

SU Jian

(CHN Energy Shengdong Coal Preparation Center, Yulin 719315, China)

Abstract: Magnetic separator for coal has the advantages of simple structure, high sorting accuracy, high recovery rate and small maintenance in the heavy medium coal preparation industry has been widely promoted and applied. The factors affecting the process performance of magnetic separator for coal were analyzed from the feeding property and equipment parameters, and the process performance of magnetic separator was evaluated by combining the sampling, testing and testing of the operation effect, and some suggestions were put forward to ensure the operation effect.

Key words: coal preparation; magnetic separator; process performance; effect detection; technical inspection

0 引言

重介选煤厂采用磁选系统控制重介选煤的密度,为维持密度系统稳定,一种高回收率的煤用磁选机在重介质选煤厂中被广泛应用。该设备利用高强度磁场精确分选稀介悬浮液中的合格介质与煤泥。磁选机入料中主要矿物成分为煤泥、矸石泥、 Fe_3O_4 和水等。在实际生产过程中,由于稀介系统跑粗、原煤粒度组成、地质条件等发生变化,经常出现磁选机入料管、分选槽、尾矿槽等堵塞的问题,更严重的后果是磁选机的回收效率下降,介质粉(Fe_3O_4)随尾矿流失,导致选煤厂介耗水平升高,分选成本升高。对现场运行的磁选机入料、尾矿和精矿进行标准采样,进行检验检测,数据整理,计算此台设备的工艺性能是否满足现场要求,对于不满足要求的设备,查找原因,进行改造,直至满足要求。

1 影响磁选机处理的因素

1.1 工艺对磁选机工作效果的影响

1.1.1 入料性质

入料浓度。加重质的容积浓度不仅影响重悬浮液的假定密度,且在浓度较高时是影响黏度的主要因素,一般约25%。

入料黏度。悬浮液的黏度随容积浓度的增加而增加。重悬浮液的黏度和结构化的形成均与加重质的比表面积有关,因此与比表面积有关的因素,如颗粒粒度、形状以及含泥量等均影响悬浮液黏度。悬浮液黏度低、不易泥化,磁选效果较好。

磁性物含量。磁性物含量在满足磁选机最高运行工况的前提下,越高越好。磁性物含量太低影响灰度磁选效果,造成磁选机效率低下,发生空转。磁性物含量过高,磁选机来不及回收,造成跑介。稀介直接磁选工艺要求磁选机入料重磁性物含量相对偏

收稿日期:2022-12-10;责任编辑:常明然 DOI:10.13226/j.issn.1006-6772.22130012

作者简介:苏 健(1986—),男,辽宁凌海人,高级工程师。E-mail:446704085@qq.com

引用格式:苏健.关于煤用磁选机工艺性能检测及操作要点探讨[J].洁净煤技术,2023,29(S1):229-232.

SU Jian. Discussion on process performance test and key points of operation of magnetic separator for coal [J]. Clean Coal Technology, 2023, 29 (S1): 229-232.

低,一般在 40%~60%,可满足磁选机入料磁性物含量要求^[1]。

入料中颗粒形状。球形比表面积最大,易翻转,回收效果好。立方或不规则多角形物料(磁性物和非磁性物)分离,回收效果差。

入料粒度。一般来说,在同样的容积浓度下,加重质的粒度越小,黏度越大。当分选入料粒度下限为 3 mm 时,加重质颗粒的最大直径不应超过 0.5 mm;而当入料粒度下限为 0.5 mm 时,加重质颗粒的最大直径不应超过 0.1 mm;因此加重质的粒度越细越好,一般规定当入料粒度下限为 50 mm 时,加重质颗粒小于 0.074 mm (<200 目)的含量应占 50%以上;若入料粒度下限小于 50 mm 时(块煤重介分选机),小于 0.074 mm 的含量应占 70%以上;如用重介旋流器,则加重质中小于 0.044 mm (<325 目)含量应占 80%以上。此外磁选机入料中粗颗粒含量较高,粗颗粒主要来源为离心机筛篮与溜槽壁之间的间隙过大、稀介段筛板磨损、原煤粒度组成发生变化等。此部分物料在磁选机的各处理环节易发生沉降,导致磁选机入料不均、流速增加,严重时可出现合介和稀介互串等问题,进而出现磁选机回收效率下降,影响重介系统悬浮液的稳定性^[1]。

入料成分。当原煤存在矸石泥化现象严重时,入料中含有大量黏土矿物,产生很多微细颗粒,比表面积增大。细粒级黏土矿物残留在入料中,不易脱离,煤泥量增加。磁选机入料中矸石泥量较高,此部分物料密度较大,在入料的同时易发生沉降,随时间推移,此部分物料逐渐堆积变厚,进而发展为磁选机堆料故障,磁选机回收效率下降,重介悬浮液的密度无法保证。

1.1.2 工艺条件

入料量的影响。根据神东洗选中心现用的磁选机统计得知,单机生产能力约为 300 m³/h。处理量范围约为 30~75 t/h。当磁选机的入料量在上述范围内时,磁选机均能正常工作,回收率也较高。介耗非常低,据统计块煤耗量 0.5 kg/t,末煤耗量 0.9 kg/t。

入料速度对磁选机的处理效果的影响。入料速度应尽量保持稳定均匀。速度不均匀,磁性物易被冲走流失,回收率下降。如果流速过缓,处理量下降,效率低下,一般入料流速控制在 0.08 m/s。

合适的滚筒转数。提高磁选机的转速可提高处理量,通过改变电机转数。合适的滚筒转数既能满足磁选的需要,又可最大化处理量。洗选中心所用的磁选机的转数在 50~70 r/min。

生产班要加强日常巡视,检查防护栏、网、罩等安全防护设施,附属溜槽、管道畅通,传动链料完好,轴承温度小于 75 ℃,电机温度符合要求。同时检查溢流、颗粒状况,判断筛板破损情况。遇到问题,提前汇报并进行处理。检修班要做好润滑和检修,准时维护保养,保证磁选机长时间的无故障安全运行^[2]。

1.2 机械结构参数的影响

采用滚筒磁选机直接磁选工艺,选择滚筒磁选机表面场强 0.08~0.10 T,磁选机主要承担介质的净化和脱泥。

1) 磁极磁场强度。影响磁场强度的因素有以下 3 点:① 强磁干扰(附近 300 mm 内有 10 000 A 的电缆);② 磁系收到撞击;③ 暴露在超出规定的温度范围内(-40 ℃)。

一般情况磁感应强度越高,磁场梯度越大,磁性矿物获得的磁场力越大^[2],细粒级不易被吸引就需要较强磁力。一般要求分选区滚筒表面磁感应强度 0.10~0.15 T,距离磁选机的磁极表面 50 mm 处的平均磁感应强度不低于 0.08 T。

2) 磁偏角。磁系弧面中心线与圆筒中心垂直线间的夹角叫做磁系偏角,简称磁偏角,一般为 15°~20°。磁系偏角小,尾矿品位低,但磁系偏角太小(小于 5°),排出精矿困难,尾矿品位提高,精矿不能提升到应有的高度而脱落。磁系偏角过大(大于 20°)时,跑介严重,这是由于精矿提升过高,扫选区缩短,此时对精矿品位影响不明显,但精矿卸矿困难^[3]。

3) 滚筒与桶底间隙。这个间距是影响选精矿质量因素之一。磁选滚筒下部浸没在分选槽中,滚筒与分选槽底间距为 50 mm 较合适,矿浆流在此处成为 50 mm 厚的液体流。间隙过小,即筒皮与槽体的距离太近,矿浆通过时不畅通影响处理量,如果间距过大,在槽体底部的磁铁矿粉由于距离磁极距离较远,所受到的磁场强度较弱,很难被吸附至滚筒,从而影响磁铁矿粉的回收。

4) 尾矿溢流堰高度。尾矿溢流堰高度决定了磁选机滚筒浸没在分选槽的深度,影响对尾矿的磁选效果。通过调节尾矿溢流堰高度调整磁选机的液位。

5) 尾矿口开度。将尾矿排料口下的 2 个蝶阀关闭到约 1/2 的流量,使入料沿溢流口的全宽溢出。调整阀门直至流过溢流口全宽的浆体始终约为 50 mm。将 2 个蝶阀的开口调到相同开度。通过此法可调定磁选机中浆体的液位并获得良好的分选效

果。调整蝶阀开度,使尾矿溢流厚度为 50 mm 为宜。且溢流堰由不锈钢条排列组成,通过增减钢条的数量,可以调整溢流堰高度^[4]。

2 煤用磁选机磁选回收率性能评定

2.1 规范采样

做好采样计划,包括采样时的运行参数、采样地点、采样子样个数、采样量和采样标签说明。

1) 磁选机入料:磁选机入料管采样。利用密度壶测试生产过程中的稀介密度,稀介系统运行情况,稀介密度 ≤ 1.45 kg/L;用小筛分、目测或手感测定脱介筛稀介段和合介系统的工作情况。

2) 磁选机精矿:在合介泵入料口采样,利用密度壶测试生产过程中的合介密度,确定密度计和合介系统的工作情况;用小筛分、目测或手感确定固筛和脱介筛合介段的筛板情况。

3) 磁选机尾矿:在磁选机的尾矿槽中采样,利用密度壶来测定其密度,应 ≤ 1.25 kg/L,因尾矿浓度较低至少要 10 L,保证试验准确。

2.2 磁选设备工艺效果评定

1) 评定指标。MT/T 816-2011《选煤磁选设备工艺效果评价方法》规定将磁性物回收率作为评定磁选设备工艺效果的主要指标。将煤泥脱除率作为辅助评定指标。磁选机进行工艺效果评定,采用磁性物回收率作为主要指标,煤泥净化率作为辅助指标,使指标符合生产实际的需要^[5]。

2) 技术检查流程。流程如图 1 所示。

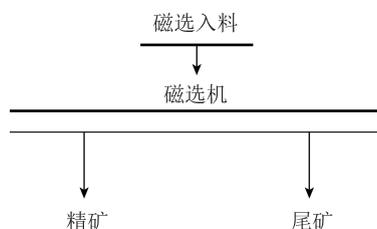


图 1 技术检查流程

3) 采样计划和采样参数见表 1。分别对 1~3 号磁选机入料、精矿、尾矿进行采样。其采样参数为:① 入选量:1 000 t/h;② 精煤量:850 t/h;③ 合介循环量:1 500 m³/h。

表 1 神东洗选中心某选煤厂磁选机采样计划

1~3 号磁选机	总样量/L	子样量/L	间隔时间/min	取样地点	取样工具	试验项目	采样时间/h
入料	10	1	30	重介 2 楼	取样勺 1 个,煤泥水采样桶 1 个	浓度、磁性物含量	2
精矿	10	1	30	重介 2 楼	取样勺 1 个,煤泥水采样桶 1 个	浓度、磁性物含量	2
尾矿	10	1	30	重介 2 楼	取样勺 1 个,煤泥水采样桶 1 个	浓度、磁性物含量	2

4) 执行标准。磁性物回收率计算公式^[6]为

$$\varepsilon = \frac{M\beta(M\alpha - M\theta)}{M\alpha(M\beta - M\theta)} \times 100, \quad (1)$$

式中, ε 为磁性物回收率,%; $M\alpha$ 为磁选入料中的磁性物含量,以占磁选入料的百分数表示,%; $M\beta$ 为磁选精矿中的磁性物含量,以占磁选精矿的百分数表示,%; $M\theta$ 为磁选尾矿中的磁性物含量,以占

磁选尾矿的百分数表示,%。

煤泥脱除率 ε_0 计算公式为

$$\varepsilon_0 = 100 - \frac{(100 - M\beta)(M\alpha - M\theta)}{(100 - M\alpha)(M\beta - M\theta)} \times 100. \quad (2)$$

5) 磁选设备工艺效果试验报告见表 2、3。

表 2 神东洗选中心某选煤厂磁选机工艺效果试验报告(改造前)

设备编号	入料固体含量/(g·L ⁻¹)	磁性物含量/%			磁性物回收率/%	煤泥脱除率/%
		入料	精矿	尾矿		
1	39.4	38.83	89.72	0.61	99.10	92.79
2	42.2	34.36	89.41	0.66	98.81	93.87
3	38.8	41.75	88.92	0.68	99.13	91.14

表 3 神东洗选中心某选煤厂磁选机工艺效果试验报告(改造后)

设备编号	入料固体含量/(g·L ⁻¹)	磁性物含量/%			磁性物回收率/%	煤泥脱除率/%
		入料	精矿	尾矿		
1	50.5	38.02	86.55	0.42	99.37	90.52
2	51.6	35.66	85.66	0.40	99.34	90.78
3	52.0	36.15	84.99	0.42	99.33	90.06

2.3 数据分析

1) 1~3 号磁选机磁选机检测结果磁性物回收率为 99.10%、98.81% 和 99.13%。尤其 2 号磁选机工艺性能达不到现场要求。

2) 现场介泵流量为 1 500 m³/h。约 30% 进入稀介系统,若此时合格介质密度为 1.5 g/mL,则进入稀介系统中的磁铁矿粉的量为:稀介质 900 m³/h,磁铁矿粉 576 000 kg/h。当磁选机磁性物回收率为 99% 时,每小时从磁选机损失的介质量为 5 760 kg;当磁选机磁性物回收率为 99.5% 时,每小时从磁选机损失的介质量为 2 880 kg;磁选机磁性物回收率为 99.9% 时,每小时从磁选机损失的介质量为 576 kg。从检测结果得出此 3 台磁选机介质损失较大,大约每小时损失近 5 t。

2.4 对磁选机工艺效果改造

对磁选机的入料浓度、粒度、速度做了工艺上的调整,降低细粒级含量,保证入料稳定均匀,主要措施有:

① 改造入料缓冲箱,使入料平稳。磁选机属于有压给料给料方式,入料时冲击力巨大,物料进入磁选机后稳定性差、磁选机尾矿翻花严重,造成磁选机尾矿中介质流失严重。进一步改进磁选机入料方式,在入料管终端和入料箱间增加稳流箱,使磁选机入料平稳。

② 改造喷水方式,改变入料性质。将脱介筛改为直线喷头,逆煤流喷水更有利于厚煤层下介质透筛。通过实践采用逆煤流 20° 喷水效果脱介最好。这主要是由于脱介筛筛上物料在厚煤层条件下运动方向与筛面夹角在 20° 左右,因此逆煤流 20° 可提高物料与喷水的接触机会与面积,充分脱除介质,易穿透煤层将介质带入筛下。

③ 选购喷头,提高脱介效率。调研代表性选煤厂喷头后,设计了直线喷头、鸭嘴喷头、扇形喷头 3 种代表性喷头,最终选用双孔轴向扇形喷头,脱介效果最佳。

④ 加装三角形挡水堰。筛面安装均布器与挡水堰;加工了不同参数的直角挡水堰、三角形挡水堰开展研究工作。实践表明三角形挡水堰效果更好,但相差不大,当挡水堰高度为煤层厚度一半时脱介效果最好。

⑤ 脱介由刮介方式改为水幕式。磁选机卸介一直采用刮刀脱介,脱介效果不理想。制造的水幕式卸料装置由钢板焊接而成,其形状为上端半封闭的槽体,该箱体一侧设有给水管,待水充满箱体后溢流到带介滚筒上,从而实现卸介,在箱体另一侧的底

部设有清洗阀,当清理箱体内积存的煤泥时可打开此阀门,使清洗后的介质水回流到煤泥桶,滚筒上的介质也避免了之前因为柱状喷水导致的卸除介质不彻底的情况。

⑥ 加强日常检查、检修维护要到位。在停车时检查磁选机的入料端是否有堵塞现象,及时清理篦网。滚筒表面是否出现磨损,找出原因并更换。生产中检查磁选机入料、溢流是否正常,快速检测尾矿中的磁性物含量,及时调整磁选机参数。检查轴承是否有响动,链与链轮传动是否顺畅,减速器温度和声音是否正常。保持各设备液位平衡,防止堵、漏等事故损失磁铁矿。需尽量减少悬浮液循环量,减少原煤带水量,提高原煤脱泥效率,以减少分流量,减少进入稀悬浮液的磁铁矿量。

通过以上实践,可较便捷地分析改善选煤厂磁选机物料管控情况,提高磁选机的分选效果,从而提高磁选机回收率,提高经济效益,以期产生可观的经济效益。尾矿产品磁性物含量小于 0.1 g/L,基本达到要求。选煤厂介耗由 0.8 kg/t 降至 0.67 kg/t。

3 结 语

影响磁选机脱水效果的因素有入料性质、浓度、粒度、均匀程度、入料量,磁选机的结构参数等。当条件比较稳定时,才能实现磁选机正常运行。设备安全巡检和精细保养可大大提高设备的性能,减少设备的检修次数和检修强度,无论是从生产时间上、检修和维护的人力消耗上,还是从设备配件的更换使用上是一种成本的节约和效益的创造。在日常巡视检查检修时,注意磁选机的使用情况,及时调整运行参数,使磁选机处于最佳的工作状态,保证产品合格。

参考文献:

- [1] 李桂华,影响煤用磁选机分选效果的因素[J].选煤技术,2011,2(1):7-10.
- [2] 冯雷中,煤用磁选机的应用与管理[J].选煤技术 2010(2):44-47.
- [3] 周宗丰,王庆国,重介质选煤厂磁选机的工艺效果分析[J].煤质技术,2006,7(4):11-13.
- [4] 刘燕华,徐春江,丁勇,等.煤用磁选机的应用及评述[J].选煤技术,2007,8(4):143-145.
- [5] 国家安全生产监督管理总局.选煤磁选设备工艺效果评价方法:MT/T 816-2011[S].2011.
- [6] 罗建国.磁选机工艺效果评定新探[J].选煤技术,2006,2(1):4.