

# 铁矿磁选设备正常运行操作及日常维护保养探析

孙 维

通化钢铁集团板石矿业有限责任公司 吉林 白山 134304

**摘 要：**磁选是铁矿选别的核心工艺环节，磁选设备的运行状态直接决定精矿品位、金属回收率及选厂综合效益。本文围绕磁选设备的全周期管理展开系统研究，梳理了正常开停机程序、运行参数控制、日常巡检监测等关键操作要点，构建了涵盖日常维护、一级保养、二级保养和大修的等级化维护保养体系，并针对筒体磨损、磁场衰减、轴承温升等典型故障提出了预防性措施。研究表明，建立标准化操作规范与等级化维护制度的深度融合，是降低设备故障率、延长使用寿命的有效途径。

**关键词：**磁选设备；铁矿；正常运行操作；日常维护保养

引言：磁选是铁矿选别中应用最广泛的技术，永磁筒式磁选机、磁滑轮、高梯度磁选机等设备在铁矿石富集提纯中发挥着核心作用，其运行状态直接决定精矿品位、回收率及选厂效益。然而，实际生产中不少选厂存在操作规程执行不严、维护保养流于形式、故障预判能力不足等问题，导致设备运转率下降、维修成本攀升。本文从实际操作视角出发，系统梳理磁选设备的正常操作要点与维护保养规范，探索科学化设备管理路径，以期选厂磁选设备可靠运行提供参考。

## 1 铁矿磁选设备概述

### 1.1 磁选设备在铁矿选别中的核心作用

磁选法是利用矿物磁性差异进行分离的物理选矿方法，是磁铁矿选别的首选工艺，在赤铁矿、褐铁矿等弱磁性铁矿选别中也占有重要地位。在磁铁矿流程中，磁选贯穿预选抛尾、粗选、扫选和精选等多环节，其效果直接决定精矿品位能否达标、尾矿磁性铁含量是否受控，进而影响全厂金属回收率。磁选作业还具有工艺简单、无需化学药剂、运行成本低等优势，在铁矿选矿领域长期占据主导地位。随着我国铁矿资源趋于贫细杂化，磁选设备的选别效率对复杂难选铁矿石的综合利用水平起着关键决定作用。

### 1.2 常见磁选设备类型及结构特点

铁矿选别常用磁选设备主要包括以下几类。永磁筒式磁选机应用最广，以铁氧体或钕铁硼永磁材料为磁源，由永磁圆筒、槽体、机架、传动装置和卸矿装置组成，按槽体分为顺流式、逆流式和半逆流式三种，分别适应不同粒度和浓度的给矿条件，具有结构紧凑、运行可靠、维护方便等优点。磁滑轮主要用于大块矿石干式预选抛尾，适合干旱缺水和粗粒级早期抛废。立环脉动高梯度磁选机适用于细粒级弱磁性矿物选别，以高场强

和脉动机构为特征。电磁磁选机磁场强度可灵活调节，适用于指标波动较大的选别作业<sup>[1]</sup>。

### 1.3 磁选设备的基本工作原理

磁选实现磁性矿物与非磁性矿物分离的依据是不同矿物在非均匀磁场中所受磁力的差异。矿浆进入分选区域后，强磁性矿物颗粒受磁力吸引吸附到筒体表面或磁介质上，随筒体转动被带入精矿卸矿区，由刮板或冲洗水收集为精矿；弱磁性和非磁性矿物因磁力远小于重力和流体阻力，留在矿浆中作为尾矿排出。磁场强度沿空间不均匀分布是磁力产生的根本前提，筒体表面附近磁场最强，远离筒体方向递减。不同磁选设备在磁场来源和分选结构上虽有差异，但磁选分离的基本物理原理一致。

## 2 铁矿磁选设备正常运行操作要点

### 2.1 开机前的准备工作

开机前的充分准备是磁选设备安全启动和稳定运行的重要保障。操作人员应在启动前完成以下检查：紧固各部连接螺栓确认无松动，检查传动皮带张紧度和防护罩完好性；检查各润滑点油位是否处于规定刻度线内、润滑油质有无乳化变质；配备冷却系统的电磁磁选机须确认冷却水压力流量正常；电气系统检查包括控制柜仪表指示、电压电流是否正常、各传感器信号是否稳定。给矿系统需检查管道阀门是否通畅、矿浆分配器有无堵塞。上述检查全部完成后，方可进行空载试运行，启动后先空转1至2分钟，确认设备转向正确、运转平稳、无异常振动和异响，各仪表读数正常，确认无误后方可进入给矿作业。

### 2.2 启动操作程序

磁选设备的启动操作应严格遵循规定的顺序，错误的启动顺序可能导致设备损坏或工艺紊乱。正确的启动

程序是：首先启动辅助系统，包括冷却水泵和润滑系统油泵，确保冷却和润滑条件具备；其次启动磁选机主机，待设备空载运转平稳后再启动给矿系统；给矿初期应控制给矿量由小到大逐步增加至正常处理量，避免瞬间大流量冲击对筒体表面和槽体造成损伤。对于多台设备串联作业的流程，启动顺序一般从流程末端的设备开始逆向启动，即先启动后面的精选设备，再依次向前启动，最后启动给矿设备，以防中间环节堵塞造成矿浆溢出或设备过载。整个启动过程中操作人员应全程监控设备运行状态，发现异常立即停机处理。

### 2.3 运行过程中的参数控制

磁选设备正常运行中需要控制的关键工艺参数直接影响选别指标。给矿浓度应控制在25%至40%范围内，浓度过高会使矿浆流动性变差、分选选择性下降，浓度过低则处理能力不足；给矿量应根据设备规格和给矿浓度调整，确保分选空间内矿浆液面稳定、流态均匀。对于电磁磁选机，磁场强度应根据入选矿石的磁性特点和目标精矿品位要求及时调节，一般通过调整励磁电流实现。筒体转速影响离心力和分选时间，转速过高会降低精矿品位，过低会降低处理能力。磁偏角是影响分选空间磁场分布的重要结构参数，调整不当会导致精矿品位下降或尾矿跑矿<sup>[2]</sup>。卸矿装置方面，刮板与筒体表面间隙应控制在2至5mm、冲洗水压力应适中，以保证精矿完全卸落。

### 2.4 运行过程中的观察与监测

持续有效的观察监测是及时发现设备异常、防止故障扩大的关键手段。操作人员应定时巡检筒体表面，观察吸附层的厚度均匀性和矿浆流动状态，判断分选是否正常。每1至2小时取精矿和尾矿样品进行品位快速检测，判断选别指标的变化趋势。设备运行温度应重点监测轴承部位和减速机壳体，轴承温度一般不应超过70℃，减速机温升不应超过环境温度40℃。电机电流的波动反映设备负荷的变化，若电流持续偏高可能表明给矿量大或筒体卡阻。振动监测靠经验听音和触摸进行，出现周期性冲击声可能预示轴承点蚀或齿轮断齿。上述监测数据应如实记入运行日志，作为设备状态评估和故障分析的重要依据。

### 2.5 停机操作程序

停机操作与启动同样需要严格的程序控制，不正确的停机方式可能造成设备损害或流程堵塞。正常停机时，操作步骤为：先停止给矿系统，停止向磁选机送入矿浆；然后向磁选机内持续给入清水冲洗2至3分钟，将筒体表面和槽体内残留的矿浆全部排出，防止矿浆沉积

结垢堵塞排矿通道；冲洗干净后方可停止磁选机主机；最后停止辅助系统。生产中有计划的中短期停机，应将筒体表面彻底清洗干净，停矿后让设备继续运转数分钟，利用卸矿装置和冲洗水清除残留矿层。冬季停机时须排空冷却水和管道积水，防止冻结冻裂设备。发生设备卡阻、突然异响、冒烟起火等紧急情况时应立即紧急停机，先停主机再停辅助系统，确保人员安全。

## 3 铁矿磁选设备日常维护保养规范

### 3.1 维护保养的等级划分与周期

磁选设备维护保养按作业深度划分为四个等级。日常维护由岗位操作人员在每班运行中完成，主要任务是保持设备清洁、实施润滑和检查紧固件状态。一级保养每周或每月进行一次，由操作人员配合维修工完成，内容包括全面检查各部件状况、清洗过滤器、补充或更换润滑油、处理运行中发现的小缺陷。二级保养每季度或每半年进行一次，以维修工为主操作人员配合，包括对主要部件解体检查、测量关键尺寸间隙、更换已达磨损极限的易损件。大修每1至2年进行一次，由专业维修团队对设备全面解体、关键部件更换和整机性能恢复。分级保养的严格执行是延长设备使用寿命的制度保障。

### 3.2 日常维护保养的核心内容

日常维护保养覆盖磁选设备各关键部位。筒体维护包括检查表面均匀磨损与局部沟槽磨损，清除矿浆结垢，检查端盖密封状态。磁系维护方面，永磁磁系应定期用高斯计检测表面磁场强度并与原始值比较；电磁磁系应定期测量线圈绝缘电阻并检查各连接点发热情况。传动系统维护要求按减速机说明书规定周期更换润滑油、保持油位正常，检查联轴器弹性体磨损和皮带张紧度，轴承按运行时间定期补充润滑脂。槽体与管道维护应检查耐磨衬里磨损并及时更换，疏通堵塞管道和清理沉积结垢。卸矿装置维护需调整刮板与筒体间隙，清理冲洗水喷嘴堵塞物。维护内容应按标准化检查表逐项实施。

### 3.3 润滑管理规范

润滑管理直接关系到传动部件和轴承的使用寿命，是维护保养中最基础也最易被忽视的内容。磁选设备主要润滑点包括减速机、滚动轴承和传动链条，不同润滑点的润滑方式和油品要求各异。减速机一般采用闭式齿轮油润滑，粘度等级根据设备类型和环境温度选择；滚动轴承采用锂基润滑脂，填充量以轴承腔容积的1/3至1/2为宜，过量填充反而导致温升过高。润滑管理核心要点包括：油品严格执行设备说明书要求，严禁不同品牌牌号混用；按规定周期加换油并做好记录；每季度对润滑

油目视检查,出现颜色变深、乳化、金属颗粒悬浮时应提前更换。润滑工作应实行专人负责、定期检测、记录完整的规范化管理<sup>[3]</sup>。

#### 4 铁矿磁选设备日常维护保养的优化管理

##### 4.1 基于状态的维护策略

传统计划维修按固定周期安排检修,往往存在过度维修或维修不足的问题。基于状态的维护策略以设备实际状态为依据决定维修时机和内容,是现代设备管理的发展方向。实施状态维护需要建立关键参数监测体系,对磁选设备而言重点监测的参数包括:轴承振动速度和加速度值、轴承座和筒体表面温度、电机运行电流、减速机润滑油金属磨粒含量等。通过定期采集数据并与历史值和标准值对比,可判断设备劣化趋势,在故障发生前安排针对性维修。振动分析能识别轴承早期点蚀和不平衡故障,红外测温可发现电气连接松动和轴承润滑不良。选厂应结合自身技术条件逐步配置检测仪器、制定合理检测周期、建立设备状态数据库,将监测结果与维护决策有效衔接,使有限维修资源精准投入最需要环节。

##### 4.2 维护保养的制度化建设

维护保养工作的持续有效开展需要完善的制度体系作保障。选厂应制定覆盖所有类型磁选设备的标准化维护保养规程,明确每项维护作业的操作步骤、技术要求、安全注意事项和验收标准,让维护工作有章可循。建立严格的岗位责任制,将每台设备的维护保养责任落实到具体岗位和个人,做到“台台设备有人管、个个部位有人查”。实施交接班制度和维护工作检查考核制度,将维护质量与岗位绩效挂钩,防止维护工作敷衍了事。维护保养记录应实现表格化管理,如实记录每次维护的时间、内容、发现的问题和处理结果,形成完整的设备维护档案。制度建设的最终目标是让维护保养从“被动应付”转变为“主动预防”,从“运动式突击”转变为“常态化运行”。

##### 4.3 操作人员技能培训

操作人员的技术素质是磁选设备操作维护水平高低的决定性因素之一。选厂应针对磁选岗位操作人员制定系统的培训方案,培训内容涵盖磁选设备的基本结构和工作原理、标准操作规程、日常维护方法、常见故障的现象识别和应急处理等方面。培训方式应坚持理论与实操并重,课堂讲授解决“为什么这样做”的认知问题,现场演练解决“具体怎样做”的技能问题。新上岗人员

必须经过系统的岗前培训并通过考核后方可独立操作,在岗人员每年应接受复训和技能考核。鼓励操作人员记录和总结日常操作维护中的经验教训,定期组织经验交流和技术比武活动,营造重视技能、钻研技术的良好氛围<sup>[4]</sup>。

##### 4.4 降低维护成本的实践途径

在保证维护质量的前提下降低维护成本是选厂设备管理的重要目标,实现这一目标需要从技术和管理两个层面协同推进。在技术层面,应从工艺参数优化入手,通过合理控制给矿粒度上限减少粗颗粒对筒体表面的冲击磨损,优化磁偏角和刮板间隙使筒体表面受力均匀从而延长筒体寿命。在管理层面,应建立易损件寿命台账,跟踪各类易损件的实际使用寿命,科学制定备件采购计划和安全库存,避免备件积压占用资金或因缺件延误维修。对于磨损程度较轻的刮板、槽体衬板等部件,可评估修复再利用的可行性以降低更换成本。另外,通过规范操作减少设备异常损坏,是降低维护成本最根本的途径。

#### 结束语

磁选设备的正常运行操作与日常维护保养是铁矿选厂设备管理的核心内容,直接关系到精矿质量、生产效率和综合效益。本文从实际应用出发,系统梳理了磁选设备的操作程序、参数控制、巡检监测和停机规范,建立了分级维护保养体系并提出了典型故障预防措施。磁选设备管理不应局限于操作技能,更应在维护策略、制度建设和人员培训方面形成系统化思维。选厂应推动维护模式从事后维修向预防维护和状态维护转型,使操作维护从经验主导转向标准化、制度化,为设备长期可靠运行提供保障。

#### 参考文献

- [1]刘瀟倩,任祥君,易凡,等.新型离心干式磁选机预选细粒铁矿石粉料的分选机理与试验[J].中南大学学报(自然科学版),2024,55(11):4080-4089.
- [2]吴忠仙,聂祖明,陈忠,等.某多金属选矿厂磁选设备配置和流程优化保障产能提升后的磁铁综合回收[J].世界有色金属,2025(11):28-30.
- [3]袁改革,刘恩建,马兴宇,等.旋转磁场干式磁选预选设备研究进展[J].化工矿物与加工,2025,54(9):53-60.
- [4]王福平.基于矿石磁选机的铁矿石选矿工艺流程优化[J].今日制造与升级,2024(4):40-42.