

基于生产实际的钼选厂作业调度优化

王东阁
栾川龙宇钼业有限公司

摘要:钼选厂作业调度是统筹破碎、磨矿、浮选全流程生产，平衡资源配置、设备效能与产品质量的核心技术环节，直接决定钼矿资源回收率、生产能耗及企业经济效益。当前多数钼选厂调度体系存在动态响应滞后、工序协同不畅、设备负荷失衡、智能管控不足等实操性难题，难以适配矿石品位波动、设备工况变化、环保约束强化的生产实际。本文结合钼选厂生产工艺特性与行业前沿实践，深入剖析调度优化的核心痛点及技术瓶颈，构建“数据驱动-协同管控-动态适配”的精细化调度优化体系，结合工业实践案例验证优化成效，为钼选厂实现高效、节能、精准的作业调度提供技术支撑与实践范式，彰显调度优化的专业性与工程应用价值。

关键词:钼选厂；作业调度；精细化优化

1 钼选厂作业调度的核心特征及现存实操瓶颈

钼选厂作业调度以全流程连续稳定生产为核心目标，围绕矿石预处理、磨矿分级、浮选分离、精矿脱水等关键工序，实现人力、设备、物料、能源的最优配置，其核心特征体现为协同性、动态性、约束性。协同性要求各工序产能匹配、物料流转顺畅；动态性体现在矿石品位、设备工况、生产负荷的实时波动；约束性则涵盖环保标准、设备产能、产品质量等多重要求。结合行业调研与生产实操，当前钼选厂作业调度存在以下核心实操瓶颈，而非简单的概念性问题。

调度数据采集与应用滞后，动态调控能力不足。多数钼选厂未构建完善的生产数据采集体系，矿石品位、磨矿浓度、浮选药剂添加量、设备运行参数等关键数据依赖人工录入，存在数据滞后、误差较大的问题，无法为调度决策提供精准支撑。部分企业虽引入数据采集设备，但缺乏数据融合分析能力，难以实现对矿石品位波动、设备潜在故障的提前预判，导致调度调整被动，易引发物料积压、工序脱节等问题，部分企业因此出现年产能损失达8万吨以上的情况。

工序协同管控薄弱，瓶颈工序制约全流程效能。钼选厂各工序间存在明显的产能耦合关系，磨矿工序的产品粒度直接影响浮选效率，浮选工序的药剂制度又与磨矿浓度密切相关。当前部分钼选厂缺乏系统性的工序协同机制，破碎、磨矿、浮选工序各自为战，未实现产能动态匹配。

设备调度精细化不足，负荷分配与维护管控脱节。钼选厂核心设备包括颧式破碎机、球磨机、浮选机等，不同设备的产能、能耗、维护周期存在显著差异。当前多数企业设备调度缺乏科学规划，未根据设备实时工况与生产需求进行动态负荷分配，导致部分设备长期过载运行，故障率居高不下，而部分设备闲置率过高，造成资源浪费。同时，设备维护调度与生产调度脱节，未结合生产节奏制定差异化维护计划，突发设备故障易导致生产中断，严重影响生产连续性。

智能调度水平偏低，未实现与生产实际的深度融合。部分钼选厂虽引入智能化调度系统，但多存在“重建设、轻应用”的问题，系统功能与生产实际脱节，无法适配钼选厂复杂多变的生产场景。调度系统未充分整合配矿、设备运行、能耗管控等核心功能，缺乏对低品位矿石资源的高效利用机制，难以实现调度方案的智能生成与动态优化，与标杆企业的智能调度水平差距明显。

2 钼选厂作业调度优化的核心原则与技术支撑

2.1 核心原则

钼选厂优化改造贴合矿山现有产能、工艺流程及设备工况，不采用脱离现场的理想化设计，针对性解决现场高频生产难题，保障各项整改措施切实可用。整体围绕选矿全工序产能匹配统筹生产，理顺破碎、磨矿、浮选作业衔接关系，补齐生产薄弱环节。结合现场实际生产数据做好矿石搭配、设备运行负荷、选矿药剂用量管控，平稳控制矿石品位波动，提高钼选矿回收效果与产品品质。同时兼顾环保降耗要求，合理调配生产能耗与物料走向，减少资源消耗与排污，满足双碳政策及绿色矿山建设相关要求。

2.2 技术支撑

利用现场传感监测、物联网识别等方式收集选矿全过程矿石品位、设备运行、能耗排污等各类生产信息，整合分析数据以实时掌握生产工况、预判生产异常。搭建分层配矿调度管理模式，智能化统筹矿山配矿、工序配合与设备调度，灵活调整生产运行方案。对球磨机、浮选机等关键设备实时监测运行参

数，提前预判设备隐患故障，结合日常生产安排制定分级检修维护方案，减少设备突发停机问题，保障选矿连续稳定生产。

3 基于生产实际的钼选厂作业调度优化实操策略

3.1 构建数据驱动的调度决策体系，提升动态调控能力

搭建全流程生产数据采集平台，在矿石进场、破碎、磨矿、浮选等各环节安装传感器与数据采集设备，实时采集矿石品位、粒度分布、磨矿浓度、浮选药剂添加量、设备运行参数等关键数据，实现数据实时传输与共享。建立生产数据融合分析模型，对采集的数据进行深度挖掘，精准识别矿石品位波动规律、设备运行状态变化趋势，实现对生产异常的提前预判。

3.2 强化工序协同调度，破解瓶颈工序制约

开展全流程工序产能核算，精准识别磨矿、浮选等瓶颈工序，建立工序协同调度机制。破碎工序根据矿石供应情况与磨矿工序产能需求，优化破碎节奏与产品粒度，采用智能循环控制逻辑，避免出现压矿、蓬矿问题，确保破碎产品满足磨矿工序要求；磨矿工序根据浮选工序的处理能力与矿石性质，动态调整磨矿浓度、球磨机转速等参数，控制磨矿产品粒度分布，提升磨矿效率；浮选工序根据磨矿产品质量与钼回收率目标，动态调整药剂添加量与浮选时间，构建闭环控制体系，破解“夏季高铜”等行业共性瓶颈。同时，建立工序间信息互通机制，确保各工序及时掌握上下游生产状态，实现协同联动。

3.3 优化设备精细化调度，实现负荷均衡与维护协同

对颚式破碎机、球磨机、浮选机等核心设备进行性能评估，建立设备性能数据库，根据设备产能、能耗、维护周期等参数，制定差异化负荷分配方案，实现设备负荷均衡，避免设备过载或闲置。建立设备维护与生产调度协同机制，结合生产节奏与设备运行状态，制定预防性维护计划，将设备维护安排在生产低谷期，避免维护作业影响生产连续性。引入设备状态预警系统，实时监测设备运行状态，提前排查设备隐患，减少突发故障发生率，如通过声光预警

系统与电机保护联动，大幅缩短故障处置时间。

3.4 推进智能调度系统升级，实现与生产实际深度

融合

升级智能化调度系统，优化系统功能模块，整合配矿优化、设备调度、能耗管控、环保监测等核心功能，适配钼选厂复杂多变的生产场景。引入多金属多目标智能配矿系统，利用高精度组合定位技术实时获取矿石品位，智能生成最优配矿计划，最大限度利用低品位矿石资源。搭建调度可视化平台，实现生产状态、设备运行、调度指令的实时可视化，提升调度人员的决策效率。

3.5 融入环保约束，优化绿色调度方案

结合环保政策要求，优化废水、废渣的调度处置流程，建立废水循环利用调度机制，根据各工序用水需求，合理分配循环废水，减少新鲜水消耗；优化废渣排放与处理调度，确保废渣及时转运、规范处置，避免环境污染。同时，优化能源调度，避开电力高峰时段集中运行高能耗设备，推广高压辊磨等节能设备与技术，降低单位产品能耗，部分企业应用后能耗降低 15%左右，实现绿色生产与降本增效的双重目标。

参考文献

[1] 徐立. 钼矿选厂高效选矿技术研究与应用[J]. 世界有色金属, 2025(10):132-134