

智能化选煤厂建设技术研究

李小兵

伊泰伊犁矿业有限公司 新疆伊犁 830000

摘 要：本文围绕智能化选煤厂建设技术展开深入探讨。详细阐述了关键技术，涵盖智能控制系统、先进检测技术、高效分选工艺及智能管理运维技术等方面；介绍了建设实施步骤，包括规划设计、详细设计与设备采购、系统集成与调试、试运行与验收阶段；强调了智能化建设对选煤厂提升生产效率、保障质量、实现精细化管理的重要意义，为相关领域发展提供参考。

关键词：智能化；煤厂；建设技术

一、智能化选煤厂建设的关键技术

（一）智能控制系统

第一，分布式控制系统（DCS）：DCS是智能化选煤厂的核心控制架构，它将控制功能分散至多个现场控制站，这些控制站分布在选煤厂的各个生产区域，靠近被控设备，负责实时数据采集与底层控制任务执行。各控制站之间通过高速冗余通信网络相互连接，并与上层监控管理计算机进行数据交互。这种分布式架构具有高可靠性、强扩展性与良好的容错能力，即使某个控制站出现故障，也不会影响整个系统的运行，而且便于后期根据生产规模扩大或工艺改进进行灵活升级与扩展。

第二，可编程逻辑控制器（PLC）：PLC广泛应用于选煤厂的各类设备控制环节，如破碎机、筛分机、跳汰机等启停控制、顺序控制以及逻辑联锁保护。它具有编程灵活、抗干扰能力强、易于维护等优点。通过编写针对性的程序代码，PLC能够精确控制设备的运行动作，根据生产工艺要求实现复杂的逻辑判断与操作流程，例如在跳汰机的控制中，PLC可根据煤质变化自动调整风阀开度、排料周期等参数，确保分选效果达到最佳^[1]。

第三，智能控制算法：为了实现对选煤过程的精准控制，引入了多种先进的智能控制算法。模糊控制算法适用于处理那些难以用精确数学模型描述的复杂系统，如煤质波动较大情况下的分选密度控制。神经网络算法则可通过对大量历史生产数据的学习和训练，建立煤质参数与分选工艺参数之间的非线性映射关系，从而实现更加准确的预测控制。这些智能算法与传统的PID控制相结合，形成了复合控制策略，显著提高了控制系统的自适应能力与控制精度。

（二）先进的检测技术

第一，在线煤质分析仪：在线煤质分析仪能够在煤炭输送过程中实时连续地对其关键质量指标进行检测分析，如灰分、水分、发热量、硫分等。采用先进的光谱分析技术（如近红外光谱、X射线荧光光谱等）、核磁共振技术或微波检测技术等原理，快速获取煤质数据。这些数据不仅为智能控制系统提供了实时反馈信息，以便及时调整分选工艺参数，还可用于原煤质量评估、产品质量控制以及生产数据统计分析等多个方面，有助于选煤厂实现精细化管理与质量把控。

第二，设备状态监测传感器：在选煤厂的各类设备上广泛安装多种类型的传感器，包括温度传感器、压力传感器、振动传感器、电流传感器等，用于实时监测设备的运行状态。通过对这些传感器采集的数据进行实时分析与处理，可以及时发现设备的潜在故障隐患，如轴承过热、电机过载、齿轮磨损等，并提前发出预警信号。基于设备状态监测数据还可开展设备健康评估与寿命预测，为制定合理的设备维护计划提供科学依据，避免因设备突发故障导致的生产中断与经济损失。

第三，视频监控系统：视频监控系统覆盖选煤厂的生产厂区、车间、仓库以及重要设备周边等区域，实现24小时不间断的可视化监控。高清摄像头拍摄的画面不仅可用于安全生产监督、人员行为管理，还能辅助设备巡检与故障诊断。例如，当设备出现异常声响或振动时，通过视频监控可以直观地观察设备的实际运行状况、部件是否有松动或损坏迹象等，为维修人员快速定位故障点提供有力支持。

（三）高效分选工艺

第一，重介浅槽分选工艺：重介浅槽分选是一种高

效的重力选煤方法，利用磁铁矿粉与水混合形成的重介悬浮液作为分选介质，依据阿基米德原理，使不同密度的煤炭在悬浮液中分层分离。该工艺具有分选精度高、处理量大、适应性强等优点，尤其适用于难选煤的分选。在智能化选煤厂中，通过智能控制系统对浅槽的液位、密度、流量等参数进行精确调控，结合先进的检测技术实时监测煤质变化，可进一步优化分选效果，提高精煤回收率。例如：某智能化选煤厂采用重介浅槽分选工艺后，精煤回收率提高了5%以上，同时处理量增加了20%。

第二，浮选工艺：浮选主要用于细粒级煤炭的分选提纯，基于表面化学原理，利用浮选药剂改变煤粒表面的疏水性，使煤粒附着于气泡上浮至液面，而杂质则留在矿浆中。智能化浮选工艺通过自动加药系统精确控制浮选药剂的添加量与添加时机，根据煤质特性与浮选效果反馈实时调整药剂配方。同时，借助泡沫图像分析技术对浮选泡沫的状态进行监测与分析，判断浮选效果是否良好，从而实现对浮选过程的智能优化控制，提高浮选精煤的质量与产率。例如：引入智能化浮选工艺后，某选煤厂的浮选精煤产率提升了8%，药剂消耗降低了10%。

第三，干法分选工艺（如复合式干法分选），复合式干法分选工艺无需用水，主要依靠气流与机械力的作用实现煤炭分选。它适用于干旱缺水地区或对水资源敏感的用户。该工艺采用多级分选结构，通过不同原理的分选单元组合（如风力分级、摩擦选、磁选等），逐步提高煤炭的分选精度。在智能化应用方面，可利用智能风量调节系统根据煤质变化控制风力大小与方向，同时结合在线煤质检测数据对各分选单元的操作参数进行优化调整，使干法分选工艺在保证分选效果的前提下提高生产效率与资源利用率。例如：某干旱地区的选煤厂采用复合式干法分选工艺后，分选精度提高了6%，且单位能耗降低了15%。

表1 不同分选工艺在智能化应用下的效果对比

分选工艺	精煤回收率提升	处理量增加	药剂消耗降低	分选精度提高	单位能耗降低
重介浅槽分选工艺	5%	20%	-	-	-
浮选工艺	-	-	10%	-	-
复合式干法分选工艺	-	-	-	6%	15%

（四）智能管理与运维技术

第一，生产管理信息系统（MIS）：MIS整合了选煤厂的生产计划编制、调度指挥、质量管理、设备管理、库存管理等多个业务模块，形成一个统一的信息管理平台。通过该平台，管理人员可以实时掌握生产进度、产品质量状况、设备运行状态以及原材料与产品库存等信息，实现对整个生产过程的可视化管理与协同调度。MIS还能够依据历史生产数据与市场需求预测进行生产计划优化，合理安排生产任务与资源配置，提高企业的运营效率与经济效益。

第二，设备维护管理系统（EMS）：基于设备状态监测数据与故障诊断结果，EMS能够制定个性化的设备维护计划，包括定期维护保养任务安排、预防性维修项目实施以及备品备件库存管理等。通过智能预警功能，提前通知维修人员准备相应的工具与材料，确保在设备出现故障前及时进行修复，最大限度地减少停机时间对生产的影响。同时，EMS还可以对设备维护记录进行分析统计，总结设备故障规律与维护经验，为设备的选型采购、技术改造以及维护策略优化提供参考依据。

二、智能化选煤厂建设的实施步骤

（一）规划设计阶段

第一，需求调研与分析：深入了解选煤厂的原煤来源、煤质特性、生产能力需求、产品质量要求以及现有工艺流程与设备状况等信息。同时考虑企业未来的发展战略、市场竞争态势以及环保政策要求等因素，综合确定智能化选煤厂建设的总体目标与功能需求。

第二，技术方案论证：组织相关领域的专家、技术人员以及设备供应商等对拟采用的智能化建设技术方案进行可行性论证。重点评估智能控制系统架构、检测技术选型、分选工艺优化方案以及智能管理运维系统的集成方式等方面的合理性与先进性。对比不同技术方案的投资成本、预期效益、实施难度等因素，选择最适合本企业的建设方案。

第三，初步设计：依据选定的技术方案，开展智能化选煤厂的初步设计工作。绘制详细的工艺流程图、设备布置图、电气控制原理图以及建筑结构图等设计文件。确定各生产车间（如原煤准备车间、主洗车间、压滤车间等）的布局与规模，明确各主要设备的选型规格与技术参数，为后续的详细设计与设备采购提供基础依据^[2]。

（二）详细设计与设备采购阶段

第一，详细设计：在初步设计的基础上，进一步深

化各子系统的设计内容。针对智能控制系统,详细设计DCS、PLC的控制程序与通信网络拓扑结构;对于检测技术部分,确定各类在线分析仪、传感器的具体安装位置与调试参数;在分选工艺设计方面,优化各分选设备的工艺参数与操作流程;同时完善智能管理与运维系统的功能模块设计与用户界面设计等工作。确保详细设计方案能够满足生产工艺要求、具备良好的可操作性与可维护性。

第二,设备采购与选型:根据详细设计文件,编制设备采购清单。在采购过程中,严格按照技术规格要求筛选供应商与设备产品。对关键设备(如大型分选设备、高精度检测仪器等)应进行实地考察与性能测试,确保所采购设备的质量可靠、性能稳定且符合智能化建设标准。同时考虑设备的兼容性与可扩展性,以便后期系统集成与升级改造。

第三,工程设计变更管理:在详细设计与设备采购过程中,若因技术发展、市场变化或其他不可预见因素导致原设计方案需要调整时,应建立规范的工程变更管理流程。由相关部门提出变更申请,经技术评审、经济评估以及管理层审批后实施变更,并对变更后的设计方案及时更新相关文档资料,确保项目建设过程始终处于受控状态。

(三)系统集成与调试阶段

第一,设备安装与系统集成:按照设计方案要求,组织专业人员进行设备安装工作。在安装过程中,严格遵循设备安装说明书与相关施工规范,确保设备安装位置准确、连接牢固、电气接线正确。同时开展系统集成工作,将智能控制系统、检测设备、分选工艺设备以及管理运维系统等各个子系统进行联网集成,实现数据交互与功能协同。对系统集成过程中出现的接口不匹配、通信故障等问题及时进行排查与解决。

第二,系统调试:首先进行单机调试,对每台设备分别进行空载试运行与负载试运行,检查设备的运行状态、操作性能以及各项技术指标是否符合设计要求。单机调试合格后开展联机调试工作,模拟实际生产工况,对整个工艺流程进行联动试运行。在调试过程中,重点对智能控制系统的控制逻辑、检测技术的准确性与稳定性以及各子系统之间的协同工作能力进行全面测试与优

化调整。及时发现并解决调试过程中出现的问题,确保系统能够稳定运行并达到预期的分选效果与智能化功能要求。

(四)试运行与验收阶段

第一,试运行:在系统调试完成后,进入为期一定时间的试运行阶段。试运行期间,按照正常生产管理模式组织生产作业,密切监测系统运行状态、产品质量指标以及设备性能表现等情况。收集整理试运行过程中的相关数据资料(如生产报表、设备运行记录、质量检测报告等),对数据进行统计分析与评估,检验智能化选煤厂是否能够满足实际生产需求、达到设计的生产能力与产品质量标准以及实现预期的经济效益与社会效益目标等。

第二,验收:根据试运行情况及相关标准规范要求,组织开展智能化选煤厂建设项目的竣工验收工作。验收小组应由建设单位、设计单位、施工单位、设备供应商以及相关行业专家等组成。验收内容包括项目建设的各个环节(如规划设计、设备采购、施工安装、系统集成等)是否符合合同约定与相关标准规范要求;系统功能是否完备且运行稳定可靠;工程质量是否合格;安全环保设施是否达标等多方面内容。验收合格后办理竣工验收手续,正式交付使用^[3]。

结语

智能化选煤厂建设是煤炭行业现代化发展的必然要求。通过对其关键技术的掌握和科学合理的实施步骤,能够显著提升选煤厂的生产效率和产品质量,实现精细化管理。在未来的发展中,应不断探索创新,完善智能化建设,以适应市场变化和环保要求,促进煤炭行业的可持续发展。

参考文献

- [1]鲁西相.智能化选煤厂关键技术研究与应用[J].内蒙古煤炭经济,2024,(19):124-126.
- [2]张晓雪,姜齐.选煤厂智能化技术和设备现状分析[J].内蒙古煤炭经济,2024,(15):130-132.
- [3]潘月军,何晓枫.智能化选煤厂的建设思路及实践运用分析[J].洁净煤技术,2024,30(S1):723-726.