

智能化选煤厂的建设思路及实践运用分析

潘月军,何晓枫

(国能神东煤炭集团总调度室,陕西 榆林 719315)

摘要:能源作为国民经济的根基和驱动力,尽管我国能源布局日益优化,煤炭的首要地位虽有所削弱,但依然稳坐能源消耗的一半以上份额。自2017年以来,我国初次能源生产和原煤产量均显现稳健复苏态势,并保持显著的增长势头,这清楚揭示了煤炭在当前国家生产活动中的不可或缺性。面对2021年全球范围内的能源紧缩状况,国内深刻认识到短期内煤炭主导的能源结构不会轻易转变,能源转型不再单纯追求去煤炭化,而是聚焦于提升煤炭的绿色利用率和智能化技术水平,这是推动能源领域进步的关键路径。基于此,本文主要以A选煤厂为例,针对智能化选煤厂建设思路与实践运用展开相关探讨分析。

关键词:智能化选煤厂;建设思路;实践运用

中图分类号:TQ94 文献标志码:A 文章编号:1006-6772(2024)S1-0723-04

Analysis on the construction and application of intelligent coal preparation plant

PAN Yuejun, HE Xiaofeng

(Shendong coal group National Energy Group General Dispatch office, Yulin 719315, China)

Abstract: Energy, as the foundation and driving force of national economy, although the distribution of energy in China is becoming more and more optimized and the primary position of coal has been weakened, it still holds more than half of the share of energy consumption. Since 2017, China's primary energy production and raw coal output have shown a steady recovery trend, and maintained a remarkable growth momentum, which clearly reveals that coal in the current national production activities indispensable. In the face of the 2021 Global Energy Crunch, China is keenly aware that the coal-dominated energy mix will not change easily in the short term and that the energy transition will no longer be solely about decarbonisation, it focuses on improving the green efficiency of coal and the level of intelligent technology, which is the key path to promote progress in the energy sector. Based on this, this paper mainly takes a coal preparation plant as an example, aiming at the intelligent coal preparation plant construction ideas and practical application to carry out the related discussion and analysis.

Key words: intelligent coal preparation plant; construction ideas; practical application

0 引言

选煤厂是煤炭生产的重要环节,关系到煤炭的质量和效益。近年来,我国煤炭行业面临资源枯竭、环境污染等问题,传统选煤厂已无法满足现代社会对环保、高效的要求。智能化选煤厂的建设是解决这些问题的重要途径。本文将从智能化选煤厂的建设思路及实践运用进行分析,以期为我国智能化选煤厂的建设提供参考。

1 智能化选煤厂的基本概念

在智能化选煤厂中,物联网技术被广泛应用于设备监控和数据采集,每一个选煤设备都被赋予“智能”,可实时收集选煤过程中的各项数据,如煤质参数、设备运行状态等,这些数据被实时传输到中央控制系统^[1]。大数据技术在智能化选煤厂中的应用,使得选煤过程中的海量数据得以有效的存储、处理和分析。通过对这些数据的挖掘和分析,选煤

收稿日期:2024-05-07;责任编辑:常明然 DOI:10.13226/j.issn.1006-6772.24050705

作者简介:潘月军(1984—),男,山东省莒人,高级工程师,硕士。E-mail:panyuejun5277@126.com

通讯作者:何晓枫(1981—),女,内蒙古鄂尔多斯人,工程师。E-mail:471309473@qq.com

引用格式: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.

PAN Yuejun, HE Xiaofeng. Analysis on the construction and application of intelligent coal preparation plant[J]. Clean Coal Technology, 2024, 30(S1): 723-726.

厂可实时掌握煤质变化、设备运行状况,从而为选煤过程的优化提供数据支持^[2]。云计算技术为智能化选煤厂提供了强大的计算能力,选煤厂可以利用云计算平台进行复杂的数据分析和模型计算,以实现选煤过程的智能控制。

2 智能化选煤厂建设的关键技术

2.1 数据采集与处理技术

数据采集与处理技术是智能化选煤厂建设的基石。高精度、高效率的数据采集不仅能为选煤过程提供准确实时监控,对于后续的数据分析与决策支持至关重要。在选煤厂中,数据采集包括但不限于煤质分析数据、设备运行状态、生产环境参数等。这些数据通过传感器、工业相机和其他监测设备进行采集,并需通过有线或无线网络传输至数据处理中心^[3]。数据处理技术则涉及数据的清洗、存储、管理和分析,清洗过程去除了采集过程中可能混入的噪声和误差,保证数据的质量。存储和管理关注于构建高效数据库系统,确保数据的安全性和可追溯性。分析环节则运用统计学、数据挖掘等方法,对数据进行深入分析,以发现生产过程中的潜在问题和优化选煤工艺^[4]。

2.2 人工智能与机器学习技术

人工智能与机器学习技术在智能化选煤厂中的应用,主要体现在通过算法模型对煤质特征进行智能识别和分类及对生产过程进行预测和优化^[5]。如利用深度学习技术可对煤的粒度分布、密度、硫含量等关键指标进行精确预测,从而指导分选过程。机器学习还可用于优化设备运行参数,提高能源使用效率,减少故障时间。通过历史数据训练得到的模型,可以实时调整设备的工作状态,以达到最佳的运行效果和最低的维护成本。

3 A 选煤厂智能化建设思路

3.1 A 选煤厂概况

在 A 选煤厂,初始原煤通过预处理筛分阶段后,小于 80 mm 的部分被输送带送入核心筛选区,运用精密的弛张筛技术进行 13 mm 级别划分。对于小于 13 mm 的微末煤,会经过交叉筛网进行 3 mm 的去粉处理。而 13~3 mm 的原煤以及大于 13 mm 的粗粒,则通过高压三产物旋流器进行精细的分级选择。A 厂的主要任务是以高效清洗 15 号高硫煤(富含有机硫)为主,同时兼顾 3 号煤的处理,其工艺灵活性使得能适应不断变化的煤质和市场需求,通过调整筛选粒度,降低灰分含量,以此抵

消高硫成分带来的挑战。考虑到 A 厂先进的分选技术、精确的产品标准、多元化的配洗策略及高度发达的自动化系统,智能升级将显著提升工厂运营效率,削减生产成本,优化煤炭资源分配,借助创新科技推动企业经济效益的增长。

3.2 A 选煤厂智能化建设目标

A 选煤厂在数字化转型的道路上实现了突破,构建了全面的智能操作平台,涵盖智能分拣单元、安全防护体系、设备维护优化网络以及智能化运营管理模块。这一系列举措深度整合了生产与管理流程,显著提升运营效率与产品质量,推动精细化分选和精煤产出的最大化。在追求资源利用效率最大化的同时,成功降低了劳动力需求和作业强度,使每个员工的工作效能倍增。最终,A 选煤厂定位为集高效与盈利于一体的现代化旗舰工厂,实现了可持续发展的战略目标。

3.3 A 选煤厂智能化建设架构

在推进 A 选煤厂的智能化进程中,着重于关键环节的智能化升级,如智能分选系统、安全保障体系、设备健康管理平台和智能运营管理模块。引入了尖端的智能科技,推动了整体结构的革新。智能分选系统具备高度自适应性,能根据原煤特性和工艺流程灵活调整,自动优化生产参数配置,展现出卓越的智能化操作能力;安全保障系统则通过实时监控生产活动,全面复现生产过程并进行智能解析,精确预警潜在问题,迅速识别设备运行异常,显著减少停机时间和设备过度负荷造成的损失,从而提升经济效益;设备健康管理模块通过对设备性能的实时追踪,精准预估维护需求,确保设备性能始终处于最优状态,进一步提高了设备的运行效率;智能管理系统则通过统一的数据标准,打破信息壁垒,实现了选煤厂在安全、生产、运营和管理等多方面的无缝衔接。A 选煤厂的智能化建设框架设计详述如图 1 所示。

4 A 选煤厂智能化建设实施

4.1 智能分选系统建设

4.1.1 智能重介分选系统

对于 312 旋流器重介选煤工艺,构建全新的智能选煤工艺框架。智能密度管理平台针对繁复的煤质特性,巧妙运用深度学习策略,构建了一套洗选密度动态调控的数学模型。该模型与灰分实时监控数据无缝对接,确保了分选过程中的精确密度调整,实现了动态响应与精确控制。基于重介选煤系统的预设参数和实时监控信息,设计了一套高效的控制逻

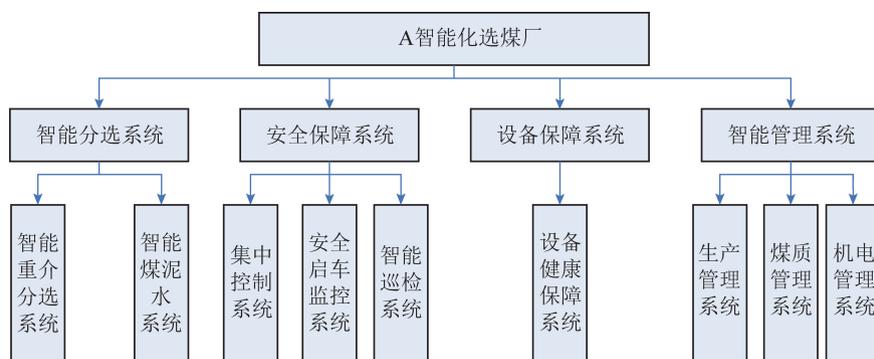


图 1 A 智能化选煤厂架构设计

辑,精细调节分流阀和补水阀的开度,确保介质的适宜密度和实际分选过程始终保持在预设的理想区间。此外,系统还配置了多层次的预警和控制机制,确保整个流程的稳定运行,标志着重介选煤进入了智能化、无人化的崭新时代。智能重介选煤系统的应用显著提升了系统的自动化程度,其密度控制精准度达到了前所未有的水平,实际运行中,实时密度与预设密度的偏差控制在 $\pm 0.005 \text{ g/cm}^3$ (已扣除系统自身误差)内,展现了卓越的性能和精度提升。详情见表 1。

表 1 密控系统密度稳定情况

系统	312 重介系统
总条数	2 160
$>0.01 \text{ g/cm}^3$ (实时密度与设定密度误差波动范围)	216
$>0.005 \text{ g/cm}^3$ (实时密度与设定密度误差波动范围)	329
误差 $<0.005 \text{ g/cm}^3$ 比例 1%	84.77
误差 $<0.01 \text{ g/cm}^3$ 比例/%	90.00

4.1.2 智能煤泥水系统

煤泥水处理在选煤厂的运营中扮演着关键角色,A 选煤厂先前的处理方法主要依赖人工干预,导

致参数调控反应滞后,时常出现浓缩池药物添加过量或不足的问题,这直接影响了煤泥沉降效率和循环水水质的稳定性,针对 A 选煤厂选煤厂的浓缩系统特性,创新研发了一套智能煤泥水管理系统,密控系统优势见表 2。这套系统不仅实时监控煤泥沉降过程中多维度工艺参数,且能无缝连接生产用水流程,实现煤泥水处理系统的自主调节和全程反馈控制。根据原煤特性、洗选流量以及生产过程中的实时数据,通过智能化算法精确调整加药装置的药物浓度和投放量。借助工业大数据,确保药物使用有效节省,从而显著降低药剂消耗。系统还配备了精密的设备,如污泥界面仪监控浓缩池清澈层的厚度,浓度计监控进料和底流的浓度,以及浊度计监测溢流的浑浊程度,所有数据都实时传输至控制系统,确保煤泥水处理的高效和智能。在新系统实施后,即使在浓缩机满负荷运行且药物选择恰当的情况下,溢流水的浓度也能保持在 $\pm 5 \text{ g/L}$ 以内,药剂消耗对比见表 3。在同等的煤炭质量和药剂品质条件下,智能模式下的运行相比改造前,药剂消耗平均下降了 5%~15%,展现了显著的节能效果和优化性能提升。

表 2 智能密控系统优势对比

功能模块	智能密控系统	现有重介系统
前馈预测	与专家数据知识库结合,实现原煤可选性预测,实现前馈控制	一般缺失“前馈”环节
控制层	软件层面,运算效率高,运算速度快,储存周期长	PLC 自动化程序
人机交互性	选择切换简单,实现一键切换	系统切换比较复杂,分流,补水,控制方式等每次均需选择配置一遍
系统对接	支持多种协议,便于与大智能化系统融合对接	PLC 上位程序,系统对接不方便

表 3 药剂消耗对比

吨入洗原煤 药剂消耗量	改造前		改造后	
	1	2	1	2
絮凝剂/ $(\text{g} \cdot \text{t}^{-1})$	36.11	34.15	28.61	26.65
凝聚剂/ $(\text{g} \cdot \text{t}^{-1})$	193.21	192.27	154.77	155.95

4.2 安全保障系统

4.2.1 集中控制系统

A 选煤厂的煤炭加工流程具有显著的灵活性,涵盖单一或混合的处理方法,为此,研发了一套定制化中央管理系统,该系统结合了软件技术与 PLC 工业控制系统的独特优势,将庞大的设备群以区域、生产线和工作单元 3 级结构进行智能化划分。实现了对选煤厂内多元系统的分布式协同控制,而非传统的串行管理。通过集成智能交互终端,中央控制系统消除了信息的孤立状态,促进各子系统间的无缝连接。运用多媒体手段,如图文、视频和语音,激发员工的积极参与,实时推送信息并协作解决潜在问题。这样,系统不仅提升了集中管理效率,且减少对个体岗位操作者的依赖,从而显著提升整体工作效能。

4.2.2 安全启车监控系统

借助先进的启车监控管理系统,将启停操作的实时数据及重要参数转化为可视化的动态显示,直接传输到中央控制中心。此外,还创新性设计了视频同步推送机制,在启停动作进行时,关键设备如带式输送机、刮板机和振动筛等的相关现场视频会即时同步到大型可视化启停屏幕上,为操作人员提供了更为直观的操作指导。同时为提升安全性,设置了现场语音报警系统,会在设备启动的重要阶段发出清晰的提醒,确保整个启车过程的安全无误。如此一来,用户可以全面掌握设备运行状况,有效避免潜在风险。

4.2.3 智能视频监控系统

A 选煤厂引进智能视频监控解决方案,全面替代了原有的基于模拟信号的传统监控体系,显著改善了图像清晰度、稳定性和系统的扩展性。这套系统实现了对整个生产区域的无缝隙、一体化监控,特别针对易发生故障的带式输送机和刮板机,设置智能视频预警机制。一旦设备异常,系统会立即触发联动警报,并能迅速启动预设的决策流程,通过与下游 PLC 的无缝衔接,即时执行停车策略,从而有效遏制隐患的扩大,极大增强了选煤生产的调度效率和应急响应能力。智能视频监控系统结构见图 2。这一革新不仅强化了安全防护,提高了事故预防的

精确度,还显著提升了选煤厂的运营可靠性和智能化程度。智能视频监控系统的广泛应用,标志着选煤厂在数字化、智能化上的进步,显著提升了整体运营效能和生产安全性。

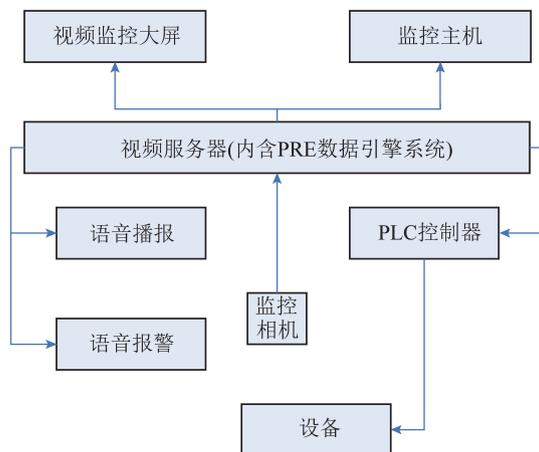


图 2 智能视频监控系统结构

5 结 论

智能化选煤厂的构建并非孤立的任务,是一个全面且针对性的过程,针对 A 选煤厂的实际特性,首要步骤是设定明确的升级目标,然后按照逻辑顺序推进,从基层技术到高层决策的智能化转型。A 选煤厂在深入挖掘自身优势和借鉴过往成功案例的基础上,确立了智能化选煤厂的愿景,特别聚焦于智能分拣体系的革新、安全防护系统的强化、设备维护保养体系的提升及智能运营管理体系的构建。通过这些关键环节的集成,A 选煤厂打造了一个紧密连接的智能化核心平台,旨在推动精细化操作,确保高效且稳定的生产流程。

参考文献:

- [1] 刘新辉,袁雪,吕鹏辉,等.选煤厂重介质分选工艺智能化改造及应用[J].煤炭加工与综合利用,2024(3):10-13,17.
- [2] 任宝军.选煤厂跳汰过程检测信息在智能化生产中的应用[J].设备管理与维修,2024(2):148-151.
- [3] 付天光,王磊,袁延辉.天地王坡选煤厂智能化建设实践[J].智能矿山,2024,5(1):51-59.
- [4] 焦海廷.选煤厂煤泥水药剂添加智能化系统建设研究[J].内蒙古石油化工,2023,49(12):9-12.
- [5] 高跃华.智能化选煤厂无人值守高低压配电室技术的研究[J].自动化应用,2023,64(22):67-69.