

选煤厂智能化生产系统的架构设计与关键技术应用

刘子豪

国能神东煤炭集团洗选加工中心石圪台选煤厂 陕西榆林 719315

DOI: 10.12238/ems.v8i1.17670

[摘要] 随着煤炭工业向高质量发展的转型，选煤厂智能化生产系统成为提升效率、保障安全的核心支撑。本文系统阐述了选煤厂智能化生产系统的架构设计，包括感知层、传输层、数据层、应用层及展示层的五层架构模型，并深入分析了智能化关键技术如物联网、大数据、人工智能、数字孪生及自动化控制等在选煤生产中的应用。本文旨在构建选煤厂智能化生产系统的完整架构，并探讨其关键技术应用，为行业转型提供理论支撑与实践参考。

[关键词] 选煤厂；智能化生产系统；架构设计；技术应用

煤炭作为我国能源结构的重要支柱，其高效利用与安全生产直接关系到国民经济稳定。选煤作为煤炭工业的关键环节，承担着去除杂质、提升品质的重要任务。然而，传统选煤厂面临生产效率低、成本高、质量控制难等挑战。随着物联网、大数据、人工智能等技术的快速发展，选煤厂智能化生产系统成为破解这些难题的突破口。

一、智能化选煤厂概念

随着我国互联网技术的发展，不管是人工智能，还是机械视觉，亦或者是分布式计算都得了极大的极大的变革，很多行业都迎来新的发展。洗煤业作为能源产业的支柱之一，不断的融入新的技术环境，很多专业人士也开始进行智能化选煤厂设计，但是选煤厂智能化的定义是什么呢？如何能体会到智能化选煤厂的功能？从某些方面来看，智能化就是能

够高效精准的收集外在的信息，并进行正确的判断，然后在这个基础上进行决策处理。从这个定义上看，智能化就是自动化处理程序和流程，能够收集数据、分析和提取数据，然后再这个基础上进行决策处理和执行。也就是说，自动化是基础，信息化是手段，可视化是方式，数据收集和处理是核心。

二、选煤厂智能化生产系统架构设计

选煤厂智能化生产架构主要有以下架构形成，第一层是感知控制层，这一层架构主要分为四个部分：第一部分是 PLC，第二部分是 SCADA，第三部分是 DCS，这一部分涉及到物联网和智能移动终端，能够检测生产设备、仪器仪表、环境安全、工业视频等等。第四部分就是选美生产工艺过程。第二层是网络通讯层，第三层是数据及应用支持层，第四层应用与展示层，具体如下图所示：



智能化选煤厂架构

(一) 感知控制层

如上图所示,感知控制层的机构框架核心是 PLC+SCADA+DCS 的融合性框架结构,在煤场受煤和配煤、筛分和破碎、分选和仓储、装车和运输等工艺过程中,不管是生产方面还是安全方面,其数据收集和作业过程都能够实现非常精准的控制。在这个架构层中,PLC 是一种智能化的可编程的系统存储器,在其内部,有严密的逻辑处理能力,能够实现逻辑的运算和算术的运算、顺序的控制和定时计时等操作指令,也就是说,选煤厂的生产 and 工艺流程都可以通过 PLC 来进行数据的采集和控制;针对 SCADA 主要的核心是计算机技术,主要是实现生产过程控制自动化和生产调度自动化,包括生产设备和作业过程以及仪器仪表的自动化控制以及数据的采集;DCS 主要的核心是微处理器,这一作用主要是用在选煤厂系统的联动协作之上。

(二) 网络通讯层

网络通信层主要是进行互联网络的深度部署和渗透,在现在三大运用商的网络技术的支持下进行技术方面的改造和升级,尤其是可以优先升级局域网和工业环网,这个是非常重要的,然后和感知控制层中间的物联网进行有效的联结,实现四网深度融合的智能化网络系统,在选煤场的实际运行在,提供包括是视频和语音、文本和图像、数据和动画等多种综合性形式的通信服务,是整个选煤厂在实际运行的过程中确保数据的通畅,也确保指令能够实时有效的传达,进而保证所有系统的稳定运行。

(三) 数据与应用支撑层

这一层的网络架构主要是以技术和业务以及数据三个方面进行建设和完善,通过这三个数据符合和技术服务以及业务服务三个方面重新构造重新打造全新的数据治理平台,进而建设智能化的算法系统,包括传统的设备故障支持算法和工程参数优化算法、设备故障算法和生产调度算法、危险源辨识和事故预警预测支持算法、应急调度指挥支持算法、商业决策支持算法和经营决策算法等等多种领域的智能化选煤厂核心算法。

(四) 应用与展示层

这一架构层是有三方面组成,一个是 3D 可视化系统,二是 MES 生产执行系统,三是 CERP 管理信息化系统,这三个系统的联动建设共同构建一个完成的架构层。其中 3D 可视化系统主要应用在选煤厂的三维建模领域,帮助选煤厂实现智能化的三维建模,从厂区全景图到机电设备布置图,从人员动态分布图到危险源动态监控图,从人员运动图到系统运行图,都能够将细节精准的展示出来;MES 生产执行系统主要是控制选煤厂安全与生产的联动管控,包括对人员的精准定位和设备及仪表集控的智能化、视频智能监控和在线智能测灰、配电智能管理和能源物料的智能管理、环境智能安全检测和通讯与调度的智能化、仓储和装煤以及配煤方面的智能化系统管理。CERP 管理系统主要管理方面是人员管理和财产管理、技术管理和设备管理、运输销售管理和节能环保管理、

采购和生产管理等方面,设计选煤厂的生产经营和决策管理等方方面面的业务管理。

三、选煤厂智能化生产的整体结构

(一) 标准化系统

标准化系统涉及到开发技术和系统的建设及运行管理,包括数据的管理和规范,主要是在整体架构的基础上建立起完善且统一的信息标准系统,推动选煤厂不管是在纵向管控方面的管理和横向业务方面的管理,实现信息的集成化管理。

(二) 信息安全体系

主要建立起比较完善的安全体系,包括信息安全的机密性、可用性、完整性等方面的服务,也有信息加密和密钥管理、安全协议和信息加密以及安全测评等方面的建设内容。信息安全系统是非常重要的一环,能够提高选煤厂的安全意识,还能够增强选煤厂对于信息灾难的抵抗能力。

(三) 信息运维管理系统

运维管理系统就是要针对全架构层信息的系统管理,感知控制、网络通信、数据和应用、应用和展示图层等,所有信息系统方面的运维管理。从建设组织智能化体系到运维智能管理体系,从人才智能培养体系到制度智能建设体系等方面的内容。

四、智能化选煤厂建设关键技术

(一) 智能化重介质分离

重介质分离技术和工艺涉及到的方面有很多,包括分离设备和固体物料输送设备、介质回收设备和悬浮输送设备等。智能化重介质分离技术主要的核心就是对涉及到的所有设备进行智能化控制,尤其是整个设备组性最重要的重介质旋流器入口压力的闭环控制和密度设定的智能控制,还有重介质悬浮控制等浮液密度智能化控制,除此之外,还有智能化检测控制重介质净化回收。在上述过程中,重介质旋流器入口压力闭环控制已经在工业中实现了基本的应用,重介质悬浮密度智能控制这项技术应用的也非常广泛。而这其中重介质净化回收的检测和优化控制这项技术想要实现普及应用比较难,需要进行真不断的技术更新。

(二) 智能化浮选工艺

洗煤厂中的一个重要的环节就是煤泥分选,而筛分煤泥使用最普遍的一种方式就是浮选法,智能浮选法的核心技术主要有以下几个方面:一是浮选工艺关于参数方面的实时检测,二是浮选药剂能够自动且智能的添加,三是浮选液位也能够实现自动且智能化控制,四是智能化自动化控制浮选机的爆气,五是能够智能化控制浮选在产品方面的指标,六是智能化远程化控制浮选药剂的使用。在上述的技术中,只有浮选药剂的控制已经实现了工业化的应用,这是因为浮选药剂技术中的精密计量螺杆泵和精密计量蠕动泵以及精密计量螺杆泵自动加入计量隔膜泵等技术已经能够实现合理的选用和普及。而智能化控制浮选液位和智能化控制浮爆由于技术比较简单,所以也更容易实现,甚至已经在市场上应用了

吸附式原理的曝气控制。闭环智能化控制实现的难度比较大,其主要的技术限制因素主要就是无法精准检测尾煤灰分,也无法精准检测浮选精煤灰分。

(三) 智能化煤泥水健康保障系统

智能化煤泥水健康保障系统主要有两个核心环节,一个是浓缩,浓缩的作用主要是为了对洗煤水进行清洁,从而保证在洗煤的过程中能够有效进行的同时还能够减少环境方面的消耗。其中所用到的技术就是浓缩压滤透明检测技术,这项技术主要是采集进料流和滤饼水分、进料浓度和压滤机循环以及溢出浓度等方面的数据检测;二是压滤,压力过滤工艺的主要作用就是要确保煤泥水分各项指标的合格性,要想对煤泥进行合适的负荷处理,就必须使用能够制备多种添加剂,包括混凝剂和絮凝剂等,现阶段智能化技术已经能够实现自动添加和配置混凝剂和絮凝剂等。除此之外,还有一些化学物质是随着浓缩和压滤这两个环节一起进行添加的,这样能够有效减少药物方面的各种消耗。

(四) 选煤MES智能化。

选煤厂智能化生产的主要目标之一就是组织生产,智能化选煤极大的改变了传统的管理模式,能够实现了整个选煤过程中的智能化控制。而选煤MES智能化基础技术主要体现在以下两个方面:一是数据的实时采集和储存,这些数据包括设备和安全、材料和工艺、煤炭治理和能源消耗以及各种方面的视频。二是数据实现标准化,可以说选煤系统MES的核心就是数据,该系统还可以根据不同的数据类型,通过标准数据和全面数据格式的有效结合,这样一来不仅能够极大的简化数据方面的管理,还能极大的增加数据的拓展性。除此之外,还可以在MES系统的基础上,充分结合生产和选煤方面的特点,然后在此基础上形成完善的MES管理框架。最后就是建立起混合云的MES选煤服务,通过云平台和人工智能以及数据管理等方面的技术形成的混合云结构,进而不断的完善选煤工艺的管理,综合性的提高各方面的智能化管理。

(五) 智能化装车服务

智能化装车服务主要包括三个方面:一是显示灰色部分和在线测量,测灰仪通过信号传输将数据传递到计算机中,然后计算机通过数据的接受处理和计算,在屏幕上将车辆中的煤各项数值给显示出来,包括当前的灰分和累计的灰分等;二是控制输煤的流量,如果车辆通过的数值超过设定的允许值之后,就需要根据流量的茶具及逆行调整,并反馈到输煤机的变频器中,进而对煤量进行相应的调整;三是智能化煤装车控制系统,该系统的组成单元主要有以下几种,一个是主控制室,一个是现场操作平台,一个是变频器控制室,还有控制室的上部单元,通过上述控制系统,能够实现系统化的集中操作,不管是配煤参数的设置还是配煤策略的计算,都能够实现智能化的操作。

五、案例分析

近年来我国能源局不断出台各种政策措施,对选煤厂在智能化转型和建设方面指明了方向,包括《关于进一步加快

煤矿智能化建设促进煤炭高质量发展的通知》明确提出,需推进高精度煤质在线检测与智能分选和《关于加快推进煤炭洗选高质量发展的意见》都强调核心环节分选和煤质检测等核心环节的智能化升级,并吸收先进经验进行复制和推广。

在这样的发展背景下,红庆河选煤厂就对政策得到精准的把握,稳步推进智能化建设的策略,其取得的成就主要体现在两个方面:一个是基础设施智能化,二是设备运维和革新。

(一) 智能基础设施建设

首先是在数据互联方面,选煤厂大力实施信息网络升级,成功搭建万兆工业以太网。该网络主干速率高达10Gbps,接入速率达1Gbps,彻底打破了以往存在的“信息孤岛”,实现了全厂设备数据的实时、高效互联。在安全防控层面,构建了覆盖全场景的立体化人员安全管控体系。全厂部署的人脸识别门禁系统,识别准确率超过99.5%,响应时间小于1秒。此外,在关键区域创新引入AI行为监测摄像头,能够实时精准识别未佩戴安全帽、未授权闯入等多种违规行为,并将预警延迟严格控制在5秒以内,全面契合了“强化关键区域实时监控”的政策导向。

(二) 设备智维建设

选煤厂在核心设备上加装了振动、温度传感器,实施24小时不间断在线监测。这套预测性维护系统能够提前72小时对潜在故障发出精准预警,从而有效将设备故障停机率降低30%,实现了从被动检修到主动预防的革命性转变。

成效显著,为行业发展做出贡献红庆河选煤厂的智能化建设,不仅是对国家政策的积极响应,更是对煤炭洗选行业未来发展路径的深刻探索。其在数据互通、智能安防、预测性维护等领域取得的实质性成果,充分证明了智能化转型对于提升生产效率、保障作业安全、实现降本增效的巨大价值。

结束语:

选煤厂智能化不仅是技术升级,更是生产模式的变革。通过持续创新,智能化系统将为煤炭工业高质量发展提供核心支撑,助力“双碳”目标实现,所以在实际的应用中,要不断的推动智能化系统的建设和应用。

【参考文献】

- [1] 煤炭工业智能化范文合集. 煤炭工业智能化范文第1篇. 2023-10-12.
- [2] 王国法. 加快煤矿智能化建设 推进煤炭行业高质量发展. 2021-02-04.
- [3] 选煤智能化生产管理系统: 推动选煤业革新的核心力量. 2025-03-13.
- [5] 王贇彦. 选煤厂智能化管理系统研究[J]. 技术与创新管理, 2018, 39(2): 211-214.
- [6] 黄嫌. 选煤过程智能化总体构想初探[J]. 煤炭加工与综合利用, 2017(5): 57-58.

作者简介: 刘子豪, 1976年3月, 男, 汉族, 本科, 吉林白山, 助理工程师, 选煤厂智能化。