

基于 PLC 的选煤厂浮选控制系统的优化改造

高宝宝（西山煤电集团有限责任公司官地选煤厂，山西 太原 030053）

摘要：官地矿选煤厂针对浮选系统“跑粗”现象突出，精煤流失，浮选尾煤灰分偏低，压滤机运行负荷重不能正常工作等问题。基于传统浮选工艺流程，对浮选过程中药剂添加的环节进行分析，给出了影响药剂添加的因素，基于 PLC 控制器设计了选煤厂浮选自动控制系统，并设计了浮选自动控制系统的硬件选型和软件设计方案。通过改造后的浮选自动控制系统降低吨煤浮选药剂消耗，提高浮选尾矿的灰分和精煤回收率，体现出显著的社会与经济效益。

关键词：选煤厂；浮选工艺；自动控制；PLC 控制器；上位机

0 引言

官地选煤厂为西山煤电集团官地矿配套建设的坑口型选煤厂，设计能力为 400 万 t/a。采用采用无压三产品重介旋流器——浮选联合工艺流程，设置原煤准备、重介分选、脱介脱水、介质净化回收、浮选、煤泥分级浓缩回收、产品运输装仓等生产工艺环节。经无压三产品重介旋流器分选出原煤、喷吹煤、电精煤三种产品。在实际运行过程中，由于浮选过程中的加药量及浮选指标控制较难，使选煤厂产品质量难以保证，所以提升浮选效果保证选煤质量成为洗煤工艺研究的重要课题。本文在分析官地矿选煤厂浮选工艺的基础上，设计了浮选自动控制系统，实现了系统的自动控制，为选煤厂浮选控制系统的优化改造提供了参考^[1]。

1 浮选工艺流程

浮选的物料来源于脱泥筛的筛下物经过泵打入 1m 旋流器，溢流进入缓存仓再经过泵打入水力旋流器后溢流进入精煤桶，再通过给料泵进入浮选矿浆准备器分选后进入浮选机。浮选的物料一般来源于三个部分：一部分为分级旋流器溢流的煤泥水，第二部分为末精煤泥弧形筛过滤的煤泥水，最后一部分为精煤泥高频筛过滤的煤泥水。

具体的浮选工艺流程下所述：浮选的人料汇聚至缓冲池，在通过缓冲池泵输送至缓冲池来保证来料均匀，通过调节液动闸板门分别进入带有雾化盘的矿浆预处理器分选，最后进入浮选机进行浮选，得到尾矿和精矿，精矿进入精矿池，尾矿进入浓缩机，最后进入脱水设备进行脱水。

选定浮选工艺可以较好的减少浮选中间环节，降低运行过程中可能出现的故障几率，实现自动化，同时浮选的人料方式选定为泵给入缓冲槽，再进入带有雾化盘的矿浆准备器，使得矿浆充分融合，由于浮选机气泡的存在形成一层泡沫层，便于分选。为了进一步加强分选效果，在运行过程中加入捕收剂和起泡器，提升浮选效果。

2 浮选控制系统的设计

目前我国的浮选控制系统种类繁多，各系统间呈现分散的特点，浮选没有整体的系统，造成浮选工艺复杂。

浮选的整个过程各项工作较为依赖人工，造成浮选的精度不高。官地矿选煤厂浮选控制系统设计方案结构示意图如图 1 所示。

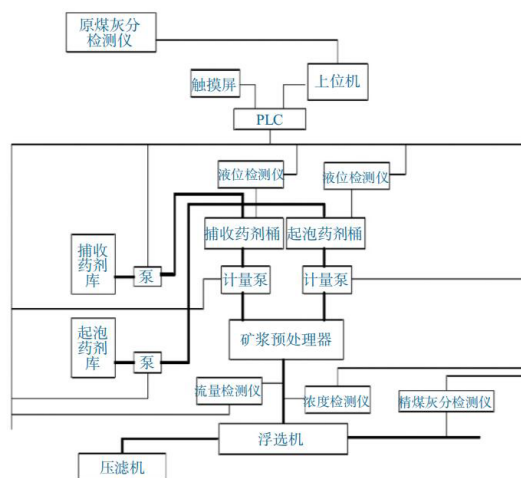


图 1 马兰选煤厂浮选控制系统的结构示意图

由图 1 可以看出，浮选控制系统工作流程可以分为：通过安装传感器将浮选入料浓度、入料量等参数信息进行收集通过 PLC 传输至系统的上位机，上位机通过分析料灰及精煤的参数，初步得到预测的加药量。上位机将传感器采集到的物料信息进行汇总，利用自带的 MATLAB 软件对数据进行相应的整理，得到尾矿的灰分曲线。此时通过 MATLAB 软件分析的灰分信息对初步预测加药量进行修正，得到计算加药量，通过 PLC 将加药量信息进行传输，达到精准加药的目的^[2]。

浮选的人料浓度、入料的灰分及流量等是影响浮选的重要因素，浮选的控制策略采用前馈 - 反馈控制，入料的矿浆为控制目标，系统浮选过程中的捕捉剂量和起泡剂量为给定量，精煤灰的灰分输出货量、入料矿浆流量等为变量，以此达到浮选精准控制。

3 浮选控制系统的硬件选型

浮选控制系统稳定的运行需要具备良好的硬件，考虑到选煤厂工作环境恶劣，所以在选定硬件时需要具备较好的抗干扰能力，本文浮选控制系统的硬件设备如图 2 所示。

在对入料口粗泥水浓度进行检测时，为保障测量数据的准确需要选定接触式传感器，其工程量程为

0–300g/L, 一般来说传感器的灵敏度越高, 采集的信号越准确, 但考虑到外部噪音对于传感器灵敏度的干扰影响, 所以选定高信噪比的传感器, 本文选定 CUM223 浓度传感器。



图2 选控制系统的硬件设备图

对 PLC 控制器和控制单元进行设计, 选定 S7–300 PLC 作为下位机, S7–300PLC 具备有抗干扰能力强、兼容性高等优势, 通过与现场设备及传感器等进行监测, 对工作状态下的各项参数进行检测、逻辑分析及故障报警, 通过组态软件实现图元组态、可视化图表组态、数据库组态。PLC 系统由多个模块组合而成, 主要模块包括 CPU 模块、电源模块、模拟量输出输入模块、通讯模块等, 每个模块的硬件配置如表 1 所示。

表1 PLC 模块的硬件配置

模块	产品数量	产品名称
CPU 模块	1	CPU314
电源模块	1	PS307
模拟量输出模块	1	SM322
通讯模块	1	CP343-1
模拟量输入模块	1	SM331

4 浮选控制系统的软件设计

浮选控制系统的软件设计包括如下几个步骤: ①建立工程目录, 存放相关文件; ②添加硬件设备及使用过程中的变量因素, 如 I/O 变量和内存变量; ③设计图像画面和绘制监控画面对工作进行动态监控; ④编辑程序, 完成上机位操作的控制语言; ⑤对系统报警和历史数据及用户进行调试; ⑥对上述过程进行保存, 对所有程序进行检查, 投入使用^[3]。

选用工业控制计算机为系统的上机位, 与组态软件进行结合, 对系统运行进行控制。上机位对运行过程中的模拟量进行监控, 并给出变化趋势, 定期对数据进行分析对比。选定上位机后选定 STEP7 进行编程, 对系统的变量转换、传感器数据采集、动态设备控制、电机信号采集等进行编程, 同时对 PLC 控制器参数硬件的组态等进行设置。

完成软件设计后对浮选系统的人机交互界面进行设置, 选用 Wince 组态软件进行上位机监控系统的设定, 上位机监控系统包括硬件设备的监控, 对浮选过程的控制参数及设备状态进行检测; 故障报警系统, 当发现现场设备出现故障时发出故障报警; 故障报警查询功能, 对报警功能进行查询, 方便后续查询; Web 网络发布系

统, 通过账号密码登录实时监控运行^[4]。Wince 功能结构图如 3 所示。

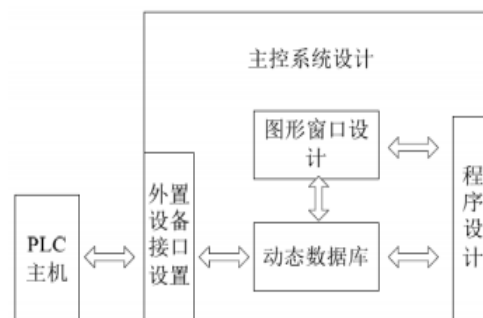


图3 Wince 功能结构图

如图 3 所示为 Wince 功能结构图, 上位机的监控系统采用 Wince 组态软件, 监控功能页面由数据查询、系统运行、系统管理等界面组成, 同时页面运行可选定自动或手动操作。

信号的通讯方式选定为西门子 S7–300, 其能够与上位机、PLC、现场设备等进行通讯, 现场设备主要通过电缆进行连接, 通过电信号进行数据量的采集及输出。在与上位机的连接主要选定 PPI、TCP 等协议, 通过 CPU 模块实现通讯。与 PLC 通讯的方式主要是利用主从站, 利用 DP、MPI 接口进行通讯^[5]。

5 效果分析

浮选控制系统的结构改造投入使用后, 减轻劳动强度, 消除了安全隐患, 方便了操作, 提高工作效率, 保证产品的质量和生产的连续性, 净化了系统。药剂消耗平均为 0.53kg/t 干原煤, 比改造前的 1.05kg/t 干原煤降低了 0.52kg/t 干原煤, 按每月吨干原煤 4.5 万 t 计算: 一月就节约费用 23 万元, 一年创造经济效益约 276 万元。

6 结论

本文基于官地矿选煤厂浮选工艺现状, 介绍了选煤厂浮选工艺流程, 对浮选过程中药剂添加的因素进行分析, 研究设计了前馈、后馈算法的浮选控制策略, 基于以上分析设计了选煤厂浮选自动控制系统, 对浮选自动控制系统框架进行构建, 并给出了浮选自动控制系统的硬件及软件设计方案。改造后的浮选自动控制系统减少了吨煤消耗的浮选药剂量, 提了浮选尾矿的灰分和浮选精煤回收率, 并大大减少了工人的劳动量, 体现出显著的社会与经济效益。

参考文献:

- [1] 任继平. 自动控制系统在选煤厂浮选过程中的应用研究[J]. 煤炭与化工, 2020, 43(11): 111-113.
- [2] 越景林, 左泉. 大屯选煤厂浮选自动控制系统的研究与应用[J]. 选煤技术, 2013(5): 76-79.
- [3] 马超, 王文宾, 高鹏. 浮选自动加药控制系统在常村煤矿选煤厂的应用[J]. 选煤技术, 2018, 27(06): 173-176.
- [4] 郝建平. 官地矿选煤厂浮选系统技术改造实践[J]. 山西焦煤科技, 2006(07): 35-38.
- [5] 李强. 基于 PLC 集中控制系统在官地矿选煤厂的应用研究[J]. 水力采煤与管道运输, 2018, 14(03): 87-88.