

# 基于 PLC 的官地选煤厂煤泥压滤控制系统设计研究

王冬红 (西山煤电集团有限责任公司官地选煤厂, 山西 太原 030053)

**摘要:** 随着我国煤炭用户对煤炭需求量及其质量要求的提高, 煤泥压滤工作越来越重要。为此, 官地选煤厂针对煤泥压滤控制系统灵活性差、生产效率低等问题, 根据本厂实际情况和洗选工艺对煤泥压滤控制系统进行自动化升级改造, 采用 PLC 控制系统、WinCC 组态监控系统对煤泥压滤工序进行自动化改造。技改后通过对压滤系统进行监测和数据分析, 设备运行稳定, 大幅提升了煤泥滤饼质量和工作效率, 技术经济效益显著。

**关键词:** 煤泥; PLC 控制系统; WinCC 组态软件; 变频器

**Abstract:** Aiming at the problems of poor flexibility and low production efficiency of slime pressure filtration control system in Guandi Coal Preparation Plant, according to the actual situation of the plant and the washing process, the automatic upgrading of slime pressure filtration control system was carried out, and PLC control system and WinCC configuration monitoring system were used for the automatic transformation of slime pressure filtration process. After the technical transformation, through the monitoring and data analysis of the pressure filtration system, the equipment runs stably, greatly improves the quality and work efficiency of the slime filter cake, and has significant technical and economic benefits.

**Key words:** slime; PLC control system; WinCC configuration software; inverter

随着我国煤矿机械化采煤程度的不断提升, 入洗原煤的颗粒径  $\leq 5\text{mm}$  级细粒煤逐渐增多, 给后续的选煤厂压滤脱水和煤泥回收作业增加困难。煤泥压滤脱水是选煤厂洗选工艺的重要环节, 是实现洗水闭路循环的关键。煤泥压滤脱水质量的好坏直接影响后续的分选作业。官地选煤厂原有的压滤机工作效率低、继电器控制逻辑过于简单、维修复杂, 阻碍煤泥压滤的工效的提升。压滤机作为煤泥压滤工艺环节的重要组成部分, 压滤机的自动化程度直接决定了压滤环节的工作效率; 同时, 煤泥压滤脱水质量差, 会导致循环水的浓度与粘度变高, 严重影响后续的重介质洗选和浮选作业的效果; 同时, 压滤的煤泥中水分较高还降低精煤的质量和热值, 影响选煤厂各生产配套环节作用的发挥。为了提升生产效率、提高压滤质量、降低压滤成本, 响应国家清洁能源的更高要求, 官地选煤厂对原有的煤泥压滤控制系统进行自动化升级改造是非常具有现实意义的。

## 1 煤泥压滤控制系统存在的问题

官地选煤厂年入洗能力达 310 万 t, 采用无压三产品重介旋流器——浮选联合工艺流程。选用的 KM350/2000 型快开式隔膜的压滤机自动化程度低, 需要人工操作设备, 效率低、质量差。煤泥含水量作为压滤过程中重要的参数, 需要工作人员来人工确定, 很难保证系统的精确度以及效率。其次, 入料量也由人工调控, 由于工人技术水平的差异, 常常出现压滤不充分或者过度压滤问题。再次, 关键作业环节存在安全隐患, 由于监控不到位, 煤泥浓度发生较大的变化时, 极可能导致出现管路堵塞, 发生故障。

## 2 总体方案设计

根据选煤厂压滤过程的工作原理, 使用 PLC 控制自动节点代替人工操作, 并且实现压滤机的上位机实时远程控制, 保证了压滤系统的及时故障发现, 故障分析,

故障排除。远程监控系统同现场端 PLC 进行通信, 对 PLC 的控制数据进行实时存入数据库, 便于实时数据分析以及历史记录分析。通过对传统煤泥压滤流程的分析, 设计了以 PLC 和组态为主的自动控制系统, 其总体方案如图 1 所示。由图 1 可知, 煤泥压滤自动控制系统包括西门子 PLC、人机交互触摸屏、入料泵、变频器、相关传感器等单元。

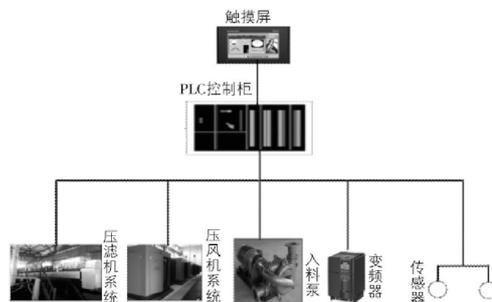


图 1 控制系统总体方案

官地选煤厂对煤泥压滤系统进行优化改造后, 实现了控制系统手动与自动的自由切换。煤泥压滤过程数据实时由组态系统显示, 例如: 压力数据、状态参数等, 并且技术员可根据实际生产情况进行参数设定, 运行状态直观可见。通过西门子总线传输技术, 实现了数据的高速传输与低时延, 并且为远程监控提供了可能。

## 3 压滤自动控制系统的硬件设计

### 3.1 PLC 控制器的设计选型

PLC 可编程逻辑控制器作为压滤自动控制系统的核心, 采用西门子 S7-1500 系列, 支持 Profibus-DP 协议与变频器进行通信, 并且可以与人机交互设备通过以太网通信。PLC 控制原理结构如图 2 所示。由图 2 可知, PLC 控制设备安装在 PLC 控制柜中, 其中控制柜包括电源模块、CPU 模块、以太网通信模块、I/O 模块、继电器、人机交互触摸屏等, 而现场的设备是指压滤机及其

配套设施、压风机等。

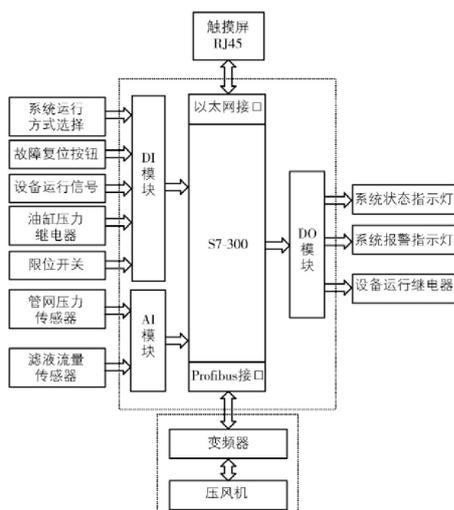


图2 PLC控制系统原理图

### 3.2 压力传感器选型

压力是煤泥压滤过程重要的采集数据。压力的参数关系着压力过程的质量，其主要包括入料压力、压榨压力、进风压力。根据现场压力数据以及系统分析，采用美国西特公司的209系列电容式压力传感器，型号为2091200PG2M27P10。

### 3.3 触摸屏选型

采用西门子可视化人机交互系统中面向简单任务的KTP400系列HMI。通过人机交互触摸屏的支持，可以对压滤系统各个设备的运行状态达到实时监控，并且可以对操作员级的简单参数进行调整，达到系统运行的实时可控。

### 3.4 变频器选型

压滤系统中，变频器配合传感器、PLC工作，对入料泵、风压机进行变频恒压控制，确保系统高效运行。采用西门子G130变频器，订货号为6SL3310-1GE33-1AA0，额定功率为160kW，满足压滤过程的要求。

### 3.5 以太网通信构建

通过WINCC组态软件搭建SCADA系统，即数据采集与监视控制系统。以以太网为通信介质，进行PLC与上位机之间的数据传输，并且完成对数据的实时显示。通过多线程高速传输，保证设备的远程显示与控制。

## 4 压滤自动控制系统的软件设计

### 4.1 主程序设计

煤泥压滤控制系统的主程序流程如图3所示。PLC采用依次顺序扫描的方式对程序块进行读取，OB100作为初始化模块，系统上电即运行OB100，进行初始化设置。OB1作为主程序，依次调用模块进行压滤过程设备控制。

### 4.2 子程序设计

子程序主要完成模式选择、自动控制、以及PID控制。模式选择子程序用于实现手动、自动模式切换。自动控制模块实现根据设计需求，PLC进行自动联动控制。PID模块用于输出电机调速信号，对入料泵、压风机搭

配变频器进行高效的控制。

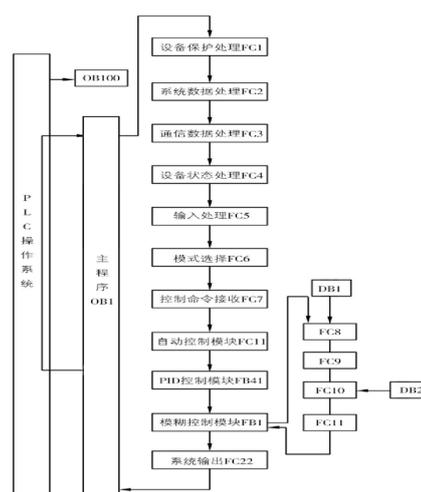


图3 系统主流程图

### 4.3 上位机软件设计

基于WinCC组态软件的应用，实现了对煤泥压滤过程的监控，为监控人员提供了良好的可视化界面。通过WinCC组态软件可以实时监控现场压滤过程中各设备的运行情况，并且通过画面的切换显示实现PLC多个参数的设置。

## 5 改造效果分析

### 5.1 改造后循环水浓度监测

煤泥压滤自动控制系统改造后，对循环水浓度进行监测结果如表1所示。

表1 改造后循环水浓度监测结果

时间 / (min)	测定浓度 / (g · L <sup>-1</sup> )	理论煤泥含量 / (g)	烘干质量 / (g)	差值 / (g)
10	56	56	48.46	8.54
20	35	35	30.84	4.16
30	24	24	20.67	3.33
40	36	36	31.26	5.74
50	18	18	15.91	2.09
60	30	30	26.70	3.3

### 5.2 改造后煤泥状况

鉴于浓缩池的缓冲功效，有效降低循环水的浓度和循环量，使煤泥可以快速沉淀，提高了煤泥回收率，同时改进后的煤泥滤饼中的含水量控制在10%左右。

## 6 结语

官地选煤厂针对压滤过程存在的实际问题，采用先进的PLC工业监控控制系统，完成了对压滤过程整体方案、软件、硬件、上位机的设计工作。通过实践数据，采用PLC监控系统的煤泥压滤过程，滤饼含水量降低近10%，缩短了工艺循环时间，提高了煤泥压滤的工作效率和自动化控制水平，技术经济效益与社会效益明显。

### 参考文献：

- [1] 阎文, 张士宏, 安文华, 等. 铁法小青矿选煤厂的煤泥压滤试验研究[J]. 煤质技术, 1994(06):27-29.
- [2] 和晓雷. 基于PLC的选煤厂煤泥压滤自动控制系统设计研究[J]. 自动化应用, 2020(10):120-122.