

矿井主排水泵自动化控制系统的应用研究

郭大成 (西山煤电集团有限责任公司马兰矿, 山西 太原 030000)

摘要: 矿井涌水严重威胁矿井的安全生产, 为此建设矿井的自动化主排水泵控制系统非常重要。马兰矿针对矿井主排水泵控制系统存在的操作复杂, 效率低, 耗能大及自动化程度低等缺点, 设计提出以 PLC 为控制核心的矿井主排水泵控制系统的改造方案, 并对系统各元件进行分析, 通过合理的程序设计实现对矿井主排水泵的全自动控制。通过对各个传感器进行分类, 分别采取保障措施, 确保传感器检测的可靠性。

关键词: 主排水泵; 自动化控制; PLC 控制器; 传感器

Abstract: mine water inrush is a serious threat to the safety of mine production, so it is very important to build the automatic main drainage pump control system. Malan mine for mine main drainage pump control system has the shortcomings of complex operation, low efficiency, high energy consumption and low degree of automation, design and put forward the transformation scheme of mine main drainage pump control system with PLC as the control core, and analyze the components of the system, realize the full-automatic control of mine main drainage pump through reasonable program design, Safeguard measures are taken to ensure the reliability of sensor detection.

Key words: main drainage pump; Automatic control; PLC controller; sensor

1 引言

随着, 马兰矿采掘深度的不断延伸, 受矿井地质条件的影响, 开采巷道顶板承压水治理成为威胁矿井安全生产的难题, 承压水如得不到有效的排放易导致矿井大面积透水事故, 造成人员伤亡, 影响矿井正常生产秩序。主排水泵作为矿井排水的主要机电设备, 负责将井下各种淋水、用水排至地面, 而传统矿井主排水泵采用的是继电器式控制模式, 在发生涌水事故时, 无法自动启动应急措施。为此, 诸多学者进行相关研究, 袁儒杰结合矿井主排水控制系统的运行现状, 基于 PLC 控制技术设计矿井主排水泵自动控制系统, 并给出了水泵选型过程中各种参数的计算方法, 为矿井主排水泵控制系统的优化改造奠定理论基础。本文基于 PLC 控制器设计矿井主排水泵自动化控制系统, 实现对水位的动态监测, 水泵的自动启停及故障自检等功能。并能与上位机通讯, 实现远程操控, 提高矿井排水系统的自动化水平。

2 控制系统的功能设计

马兰矿主排水泵控制采用人工操控为主, 自动化水平低。基于 PLC 的矿井主排水泵自动控制系统具有以下几个方面功能: 实现系统的自动与半自动切换, 在特殊工况下可对水泵进行人工操作, 还可通过设计的 PLC 程序来实现水泵的自动启停; 故障监测功能, 通过传感器对电机的电流、电压和温度进行监测, 当参数超过设定值范围时系统会自动报警; 远程通讯及监控功能, 系统采用光缆与地面工控机连接, 通过矿井调度通信指挥平台可实现远程监控和数据记录; 节能降耗, 系统在满足安全生产需求, 同时可根据矿井排水要求, 自动调节避开电力高峰负荷期, 达到节能降耗的目标。

3 控制系统的硬件选型

在矿井排水泵系统中, 一台排水泵往往不能满足矿井排水需求, 相应的过的排水泵虽能满足矿井的开采需

求, 但会造成管路资源浪费, 所以一般情况下, 矿井会采用一台排水泵正常工作, 当出现矿井涌水量较大时, 会启用另外一台排水泵, 实行双泵工作模式。除此之外还需在矿区备用一台水泵, 所以在整个排水系统中共需三台水泵, 其中每台排水泵都拥有自身的电控系统和离心排水设备。

基于 PLC 的矿井主排水控制系统一般由如下功能组成, 控制功能, 通过 PLC 控制实现自动化排水的功能; 通讯监控系统, 通过传感器及传输光缆进行数据的交互, 实现井上对井下的指挥调度; 故障诊断功能, 通过温度传感器、电流传感器等对系统的温度、电压、电流等进行动态监管, 出现温度、电压、电流超过限定值时, 立即发出报警, 避免出现事故; 参数监控系统, 通过人机界面对温度、排水量及管道压力等参数进行监控。由于设备在矿井下使用, 所以在选定水泵的配套设备时需要考虑防爆, 本文选定 3 台三相异步电机, 电动机的型号为 YB25604-8900kW, 电动机的功率为 900kW, 转速为 1480r/min, 电动机的额定电压为 10kV。

在对系统的检测传感器设计选型, 系统的检测单位主要包含: 水位传感器、温度传感器、压力传感器、超声波流量计等。水位传感器选用超声波传感器, 其工作原理为利用探头发送超声波, 从而得到不同超声波数据, 根据声波在空气中的传播差, 给出水位距离探头的距离, 将超声波传感器布置在 2 个配水箱内, 防止水位过高。温度传感器选用 PT100 无源接触式传感器。压力传感器将水管内部的压力信号进行转化, 得出压力信号, 将压力信号传输至 PLC 控制器, 从而提供电动阀启动、停止的判断。

中央水泵的控制系统由自动控制、故障报警、自动监测及动态显示组成。系统通过自动监测得出水仓水位、电机温度、排水管压力等数据, 将数据传输至 PLC 控制

器, PLC 将接收到的信号进行判断, 发出控制命令, 对 3 台排水泵进行自动化控制。同时水仓水位、电机温度、排水管压力等参数会在上位机的界面进行显示, 如若系统检测出故障后会对故障进行报警, 同时弹出故障界面, 并留存故障数据, 以备故障分析。中央水泵自动化控制系统结构图如图 1 所示。

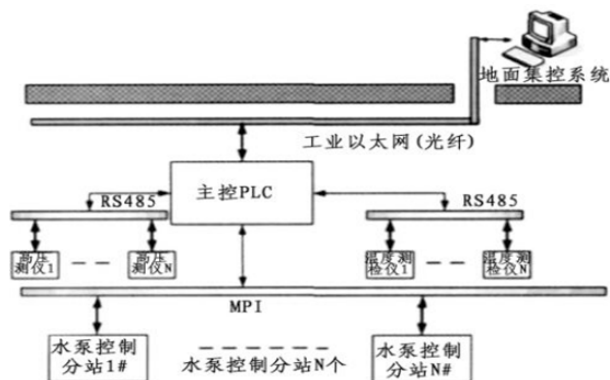


图 1 中央水泵自动化控制系统结构图

如图所示, PLC 控制器作为系统核心, 负责对监控数据的收集、处理和存储, 通过运算逻辑输出控制命令, 达到水泵的启停控制。充分考虑现场设备较为分散的特征, 选定 I/O 的方式进行控制及数据采集, 选用 CPU315-2DP 带 SINECL2-DP 接口的 CPU, 本文选定西门子 ET200M 为远程处理核心。数字量输入模块对设备状态进行采集, 开关量包含球阀到位信号、断路器状态、闸阀到位信号、控制命令等, 在 PLC 控制器两侧配置 32 路开关输入模块 2 块。I/O 部分配置 32 路开关量输入模块 1 块。在现场实际应用过程中, 采用 RS-232 通讯模块实现与地面调动平台的连接, 实现远程操控。

4 控制系统的 PLC 程序设计

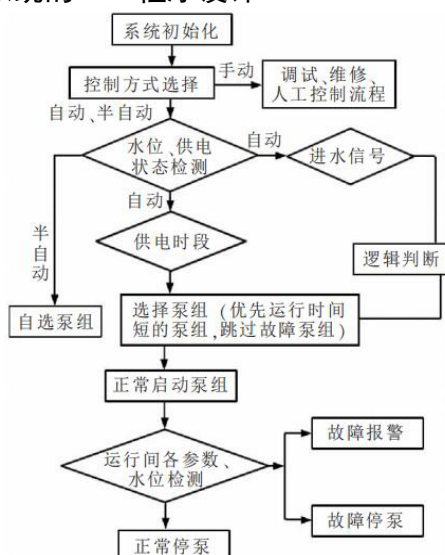


图 2 控制程序的设计流程图

控制系统的软件程序采用西门子 S7-200PLC 编程软件进行编制, 该软件作为逻辑程序编程的标准化软件, 可使用语句、功能块图、梯形逻辑图来辅助程序的编制。设计的系统的应具备如下功能: 自动解除功能和备用选用功能, 3 台排水泵可以任意选定备用机组, 同时在水

泵没有实际运行过程中可以进行切换, 当一台泵机发生故障时可以迅速解除备用, 保持正常运行。手动启动, 提供人工操作界面, 可以对某台设备进行人工启动。顺序启动, 通过设定启动间隔时间实现电机的顺序启动。水位显示, 当水仓水位低于后高于某一数值时, 及时显示水位。自动控制, 在无人监管时可以自行运转, 当出现水位过高时及时抽排, 当水位过低时及时补水。控制程序的设计流程图如图 2 所示。

设备启动前控制系统会自动进行自检, 如故障报警系统会默认开启手动操控模式; 待故障排除后系统会自动选择手动还是自动开始操控。系统启动后, 第一步需要与开关柜进行联通, 启动 I/O 处理程序, 通过判断选定三种运行方式, 操作人员可以通过控制板按钮位置判断运行模式, 当处于自动操作模式时, 自动进行系统运行, 完成轮换工作, 出现故障时, 及时停止报警, 当处于半自动操作模式时, 需要人工选定哪台排水泵运行, 后续进行自动模式, 选定手动模式时, PLC 不参与系统的整体运行。

矿井主排水泵控制系统的监控主要依靠传感器, 实现对系统整体和局部的监控, 控制系统的整体监控主要依靠超声液位仪实现对整个控制系统的检测, 数据进行检查, 同时采用双传感器冗余配合, 使得可靠性及精度都有一定幅度的提升。

5 结论

马兰矿针对原矿井主排水泵控制系统存在不足, 设计以 PLC 控制器为核心的矿井主排水自动控制系统, 经改造后的系统操作简单, 安全可靠, 节能降耗, 实现了水泵的故障自检和远程操控, 提高水泵运行稳定性。

参考文献:

- [1] 彭澄伟, 徐振栋, 魏岱宁, 等. 矿井主排水泵自动控制系统研究 [J]. 煤炭工程, 2008(06):76-78.
- [2] 李新杰. 矿井排水自动化控制系统研究与应用 [J]. 能源与节能, 2019,16(10):174-175.
- [3] 任永忠, 刘哲, 史好好. 矿井主排水泵自动化控制系统的研究与应用 [J]. 山东煤炭科技, 2012(03):155-156.
- [4] 汪建立. PLC 在煤矿主排水泵自动控制系统中的应用研究 [J]. 煤炭技术, 2013(06):56-57.
- [5] 于治福, 李旭鸣, 商德勇, 等. 基于 PLC 的煤矿主排水泵自动控制系统设计 [J]. 煤矿机械, 2010(01):24-26.
- [6] 刘冰涛. 煤矿井下主排水泵自动控制系统的应用与研究 [J]. 中国新技术新产品, 2015(16):4-4.
- [7] 赵利起. 煤矿井下主排水泵自动控制系统的应用与研究 [J]. 机械工程与自动化, 2011(03):151-152.
- [8] 杨铨. PLC 在煤矿主排水泵自动控制系统中的应用研究 [J]. 煤炭技术, 2013,32(02):34-36.
- [9] 贵艳波. PLC 在煤矿主排水泵自动控制系统中的应用研究 [J]. 煤炭技术, 2013(07):53-55.
- [10] 李向阳. 主排水泵房自动控制系统研究与应用 [J]. 中国科技纵横, 2018(01):47+50.