

中央泵房水泵在线监测与自动控制系统

贺仰兴

(大同煤矿集团 煤峪口矿, 山西 大同 037041)

[摘要] 水泵在线监测与自动控制系统, 采用可编程控制器和上位微型计算机组成两极控制 PLC 模块化设计结构, 应用于煤矿中央排水系统, 实现人机对话和监控功能, 完成数据采集和实现控制任务。

[关键词] 中央泵房; 排水; 自动控制系统; PLC 模块化设计

[中图分类号] TD442.5 **[文献标识码]** B **[文章编号]** 1006-6225 (2008) 04-0078-03

Online Monitoring and Automatic Control System of Pump in Central Pump Room

1 概述

在煤矿地下开采过程中, 由于地层含水的涌出, 采空区低洼处积水, 灭火灌浆水, 雨雪和江河中水的渗透, 使得大量的水昼夜不停地汇集于井下。矿山排水设备的任务就是将这些矿井水及时地排送至地面。因此, 保证矿山排水设备运转的可靠性与经济性, 具有十分重要的意义。

中央泵房水泵在线监测与自动控制系统, 是针对图 1 所示由 4 台水泵组成的煤矿中央排水系统所制定的初步方案。

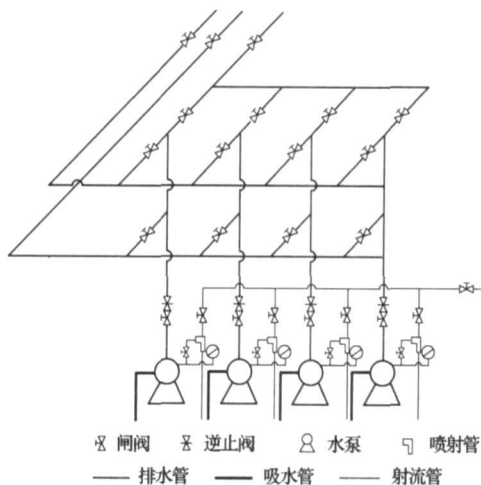


图 1 排水设备布置

2 总体结构

系统采用可编程控制器和上位微型计算机组成 2 级控制系统, 实现排水系统的自动控制。上位机利用 PC 友好人机界面实现人机对话和监控功能,

PLC 作为下位机完成数据采集和实时控制任务。根据控制系统所具备的功能, 系统总体结构如图 2。

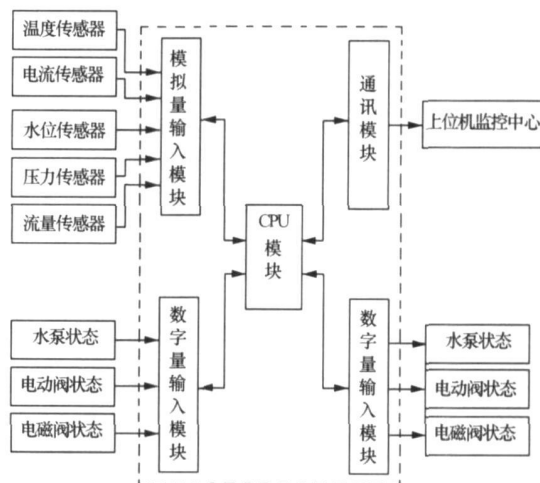


图 2 系统总体结构

3 硬件选择

3.1 PLC 系统选型

系统选用德国西门子公司的 SMATIC S7-300 系列 PLC 系统。S7-300 系列 PLC 是模块化结构设计, 各种单独模块之间可以进行广泛组合和扩展。它的系统构成如图 3 所示。其主要组成部分有导轨 (RACK)、电源模块 (PS)、中央处理单元模块 (CPU)、接口模块 (IM)、信号模块 (SM)、功能模块 (FM) 等。它可以通过 MPI 转接电缆或通讯模块与计算机进行通讯, 再加上其全面的诊断功能和完善的自我保护技术, 使其具有极高的可靠性, 极其适合本系统的需求。除此之外, 它自带的 STEP7 编程软件功能强大, 使用方便, 也使开发过程变得简单快捷。其中所用的主机模块是:

[收稿日期] 2007-09-11

[作者简介] 贺仰兴 (1966—), 男, 山西朔州人, 高级工程师, 现任煤峪口矿机电矿长。

中央处理单元 CPU314
数字量输入模块 SM321 32×24V, DC
继电器输出模块 SM322 16×220V AC
数字量输出模块 SM322 32×24V DC
模拟量输入模块 SM331 8×12位
通信处理模块 CP340
电源模块 PS307 10A

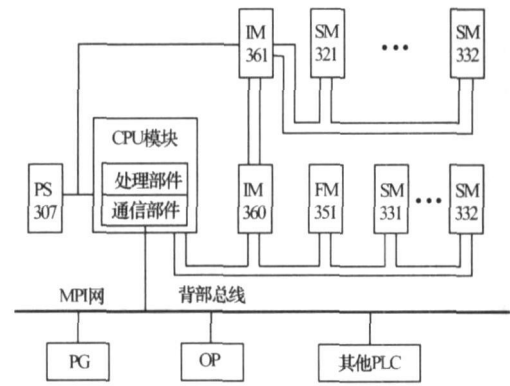


图 3 S7-300系列 PLC系统构成

3.2 检测元件

PLC作为工业控制装置，必须要有检测信号输入，才能进行数据处理和自动控制。检测信号传感器的精度、可靠性将关系到控制系统能否正常运行。在选用传感器时，要考虑测量范围、线性度、灵敏度、分辨率、工作环境条件等性能参数。

本系统选用 WZP型温度传感器，其测量范围为-200~+500℃，允许 Δt 为 $\pm (0.15+0.002)|T|^\circ\text{C}$ 。电流传感器选用 PASHIC25型霍尔电流传感器，其性能参数为：额定输入电流 6-8-12-25A；电流测量范围为 0~36A；精度 0.5%；线性度 0.15%；额定输出电流为 125mA；失调电流优于 $\pm 0.2\text{mA}$ ；跟随精度 $di/dt > 200\text{A}/\mu\text{s}$ 响应时间 $\leq 1\mu\text{s}$

4 控制方式

在控制方式的选择上，根据实际情况的需要，系统控制应具有全自动、半自动和手动检修 3种工作方式。全自动时，由 PLC检测水位、压力及有关信号，自动完成各泵组运行，不需人工参与；半自动工作方式时，由人工选择开哪台水泵和开几台泵，PLC自动完成已选泵组的启停和监控工作；手动检修方式为故障和检修状态下的工作方式。PLC故障时，全部设备均为手动运行，由操作人员控制相应按钮完成；当某台水泵及其附属设备发生故障时，该泵组将自动退出运行，不影响其他泵组正常运行。PLC柜上设有泵的禁止启动按钮，设备检修

时，可防止其他人员误操作，以保证系统安全可靠。故障排除或检修完成后，手动试车，确认无故障后，才可参与整个自动轮换工作。系统可随时转换为自动或半自动工作方式运行。

4.1 操作方式的选择

整个流程图如图 4所示。

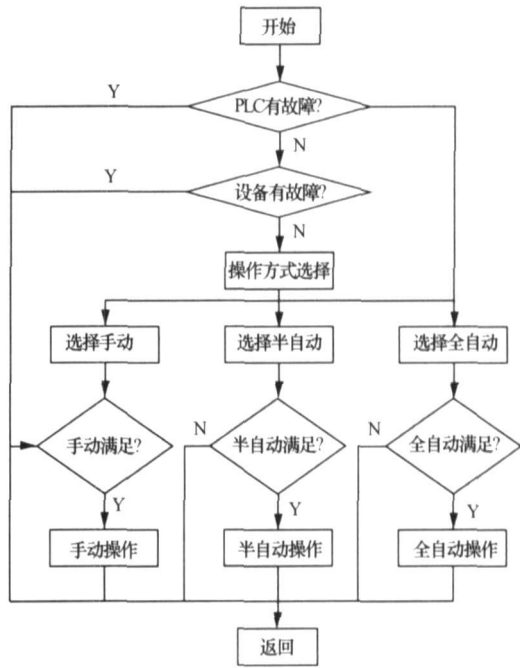


图 4 操作方式选择流程

开始时先检查 PLC有无故障，若有故障转为手动操作；若无故障，再看设备有无故障，若有同样转为手动操作，若无则进行操作方式的选择。可选择全自动、半自动、手动中的任意一种操作方式。若选择全自动方式，且操作被允许，直接进入全自动循环启动。若不满足全自动操作条件，则转入手动操作。半自动操作方式的选择与此类似。

4.2 水泵的自动开启与关闭

图 5给出了其中 1台泵自动开启与关闭流程。其余 3台泵与此基本相同。通过确定开泵数量的程序以及水泵轮换工作模块，可以确定开几号水泵。如果其中的 1台泵满足开泵条件，便进入此泵组的自动开启阶段。

由于离心式水泵只有在泵壳内充满水的情况下才允许启动，所以本设计采用射流喷管自灌式注水方式，利用压风通过射流喷管形成射流，依靠射流的吸力，使泵体内形成真空，靠大气压力将吸水井内的水压入泵内，充满泵体，即可启动水泵。首先，打开射流管路的电磁阀，若阀顺利开启，再打开压风管路的电磁阀，若阀顺利开启，射流喷管内形成射流，泵开始排气注水。然后检测真空度能否

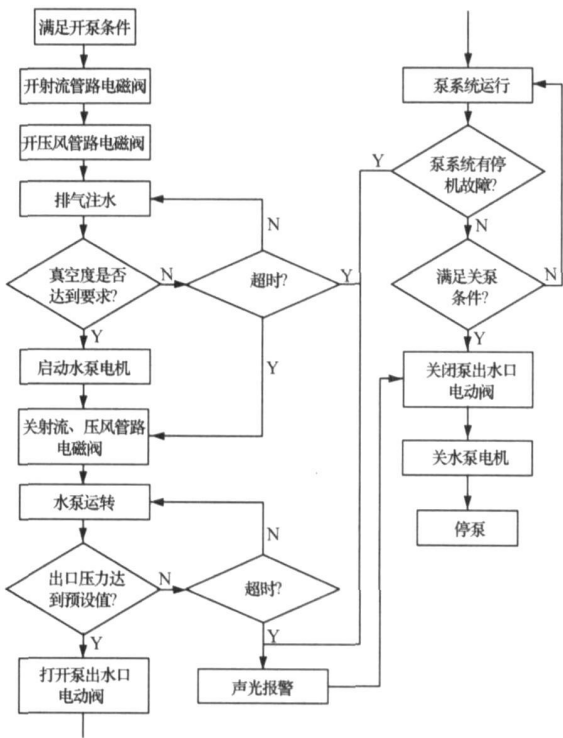


图 5 水泵自动开启与关闭流程

在规定时间内达到要求，若不能，则声光报警，进入水泵关闭阶段；若能，则开动水泵电机，关闭射流管路和压风管路的电磁阀。水泵开始运转后，检测其出口压力能否在规定时间内达到预设值，若不能则声光报警，进入水泵关闭阶段；若能则打开水泵出水口电动阀，此泵组进入正常运行阶段。在运行过程中，若泵组有停机故障或者满足停泵条件，则进入关闭阶段。先关闭水泵出水口电动阀，再关闭水泵电机，水泵停止运转。此处停泵是指通过排水使水位下降到规定的最低水位。

5 控制系统功能

本控制系统为适应使用要求，具备以下功能。

5.1 自动轮换工作

自动轮换工作是控制防止因备用泵及其电气设备或备用管路长期不用而使电机和电气设备受潮；因其他故障未及时发现，当工作泵或管路出现紧急故障需投入备用泵或管路时，而不能及时投入以至影响矿井安全等故障而设计的控制程序。控制程序自动记录并累计水泵启停次数及运行时间、管路使用次数及流量等参数，根据这些运行参数，系统按一定顺序自动启停水泵和相应管路，使各水泵及其管路的使用率分布均匀，当某台泵或所属阀门故障、某趟管路漏水时，系统自动发出声光报警，记录事故，同时将故障泵或管路自动退出，其余各泵

和管路继续按一定顺序自动轮换工作，以达到有故障早发现、早处理，以免影响矿井安全生产。

5.2 “避峰填谷”

所谓“避峰填谷”，是指调度水泵在用电的“谷段”和“平段”时间段工作，尽量避免在“峰段”启动。要实现“避峰填谷”，需调度各水泵在用电的“谷段”和“平段”时间段，将水仓的水位排至设定的低位，以便水仓能够腾出尽可能大的容积，使其在“峰段”容纳更多的矿井涌水而不用启动水泵。

5.3 保护功能

(1) 漏水保护 每台水泵均安装真空度电接点压力表，如在规定的注水时间内系统仍未收到真空度达到规定值的信号，则停止启动本台水泵，转为启动下台水泵，并发出故障报警信号。

(2) 流量、压力保护 当水泵启动后或正常运行中，如流量或压力达不到正常值，通过流量、压力保护装置使其停车，转为启动下台水泵。

(3) 超温保护 水泵长期运行，当水泵轴温或电机温度超出允许值时，通过温度保护装置使水泵停车。

(4) 过流保护 接在主回路里的电流互感器把电流信号送入可编程控制器，由可编程控制器计算、判断电动机工况。当出现过流时，相应的保护装置动作。

(5) 低电压、漏电保护 当高压部分出现低压或漏电故障时，其相应的保护装置动作，并将故障信号送入可编程控制器。

5.4 动态监测

在上位机上动态监控水泵及其附属设备的运行状况，实时显示水位、流量、压力、温度、电流、电压等参数，提供各种运行及故障信息，超限报警，还可以打印各类运行报表、事故记录、历史数据、统计报表。

6 结束语

针对离心式水泵的特点，PLC控制程序采用模块化结构，该程序结构具有清晰、简捷、易懂，便于模拟调试，运行速度快等特点；并可利用 PLC 控制柜上的触摸屏，可实现界面切换、系统巡查、故障复位、控制方式转换等功能，并利用电话线传输信号，可实现地面微机监控及微机远控，同时还具有新旧控制系统兼容、运行可靠、自动化程度高、节约电耗的特点。

[责任编辑：邹正立]