

PLC 控制系统在矿井水处理工程的应用

来伟良

(中国煤炭科工集团杭州研究院, 浙江 杭州 311201)

摘要:介绍了某煤矿矿井水处理工程的 PLC 控制系统,根据水处理工艺的特点,对原水提升系统、净化处理系统、供水系统和煤泥压滤系统等主要工艺环节的控制要求进行了阐述,重点对 PLC 控制系统的硬件组成和通讯方式,以及 PLC 程序的结构、主 PLC 程序设计和从 PLC 程序设计进行了详细的阐述。该 PLC 控制系统的应用,提高了整个水处理系统的自动化水平,降低工人的劳动强度,提高运行稳定性,且具有故障率低、操作简单方便、可移植性好等特点。

关键词: PLC; 控制系统; 矿井水; 净化处理

中图分类号: X703

文献标识码: A

文章编号: 1006-8759(2013)03-0006-04

APPLICATION OF PLC CONTROL SYSTEM FOR THE TREATMENT ENGINEERING OF MINE DRAINAGE WATER

LAI Wei-liang

(Hangzhou Research Institute of China Coal Technology and Engineering Group Corp.,
Hangzhou 311201, China)

Abstract: Introduced the PLC control system for the treatment engineering of mine drainage Water at a coal mine. According to the characteristics of water treatment process, the control demands are described detailedly involving raw water lifting, purifying treatment, water supply and sludge pressure filtration subsystems. The paper also presents the hardware components and communication modes of PLC control system, the structure of PLC programmes, master PLC program design and slave PLC program design. The PLC control system can improve the level of automatic control, reduce labour intensity and raise operating stability. It also has the characteristics of low fault rate, simple and convenient operating, good portability, etc.

Keywords: PLC; control system; mine drainage water, purifying treatment

煤矿矿井水是由煤矿建井和煤炭开采过程中产生的地下涌水、防尘用水、设备冷却用水、注浆用水及地表渗透水汇集而成,主要是含有以煤屑和岩粉为主的悬浮物^[1]。矿井水未经处理直接排放会造成环境污染,对矿井水进行处理利用,具有明显的经济、环境和社会效益^[2]。矿井水处理后可以作为生产和生活用水,是解决煤矿严重缺水问题

的一条重要途径。由于矿井水处理过程是一个连续的动态过程,在这个过程中,任何一个环节出现问题,都有可能导出出水水质不合格。但随着 PLC 控制技术的快速发展,使得自动控制系统的自动化程度越来越高,矿井水处理系统应用 PLC 控制技术解决其复杂的控制过程成为可能。本文针对某煤矿的矿井水处理系统为对象,构建由 PLC 组成的自动控制系统,以确保矿井水处理工艺和设备正常运转,出水水质满足设计要求。

收稿日期: 2013-01-10

作者简介: 来伟良(1965-),男,浙江杭州,工程师,一直从事矿井水处理方面的工作。

1 工艺流程分析

某煤矿矿井水处工艺流程如图 1 所示。矿井水由井下排水泵提升后,进入矿区蓄水池,由原水提升泵提升至厂区预沉调节池,经水量水质调节后,再经提升泵提升进入高效澄清池,泵前投加

混凝剂,泵后加助凝剂,在高效澄清池内经混凝反应、沉淀、澄清后,出水入多介质滤池,过滤后再经消毒后自流入清水池,作为工业用水。预沉调节池及高效澄清池内的煤泥排至煤泥浓缩池,通过煤泥泵提升后进入压滤机压滤,压滤后的煤泥汽车外运^[3]。

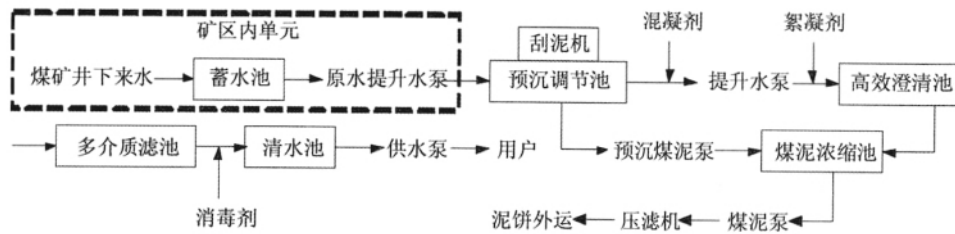


图 1 工艺流程图

2 PLC 控制系统的控制要求

通过对该水处理系统工艺流程进行分析,可以看出整个系统存在大量的机电设备,且有许多工艺参数需要进行实时的监测,因此,PLC 控制系统的控制要求主要是对其各主要的工艺环节进行自动控制,实现整个水处理系统进行全过程监控,保证该水处理工艺系统能够稳定、可靠的运行,使其处理后的水质指标达到设计要求^[4]。

根据整个水处理工艺流程的阶段不同,主要的工艺环节有四个,依次为原水提升系统、净化处理系统、供水系统和煤泥压滤系统。因此,PLC 控制系统也相应针对这四个主要工艺环节进行控制,同时要紧密联系各工艺环节,保证整个水处理系统连续稳定运行。对于原水提升系统,主要是根据矿井水来水量以及蓄水池的液位情况,自动控制原水提升泵的开停台数和时间,将原水提升到厂区内的预沉调节池中;对于净化处理系统,主要是根据预沉调节池的液位,及时的将原水进行处理,重点需要控制的是混凝剂和絮凝剂的投加,高效澄清池的排泥和消毒剂的投加;对于供水系统,需要根据设定的供水压力实现恒压供水;对于煤泥压滤系统,主要是根据煤泥浓缩池的液位,及时对煤泥水进行压滤处理,将系统的煤泥分离出来,保证系统的水处理系统正常运转。

3 PLC 控制系统的硬件组成

由于水处理过程中的原水提升系统位于矿区内,与水处理站之间大约有两公里的距离,因此,

整个 PLC 控制系统设置两套 PLC,一套是设置在水处理站的主 PLC,一套是设置在矿区内原水提升系统从 PLC,两套 PLC 之间进行远程通讯完成数据交换。其中,主 PLC 又与上位机采用 RS232 方式进行通讯,组成人机交互界面。两套 PLC 均采用欧姆龙公司的 C200H 系列,同时配置了相应数量的数字量输入输出模块和模拟量输入输出模块,其中电源模块型号为 C200HW-PA204、CPU 模块型号为 200H-CPU42、数字量输入模块型号为 200H-ID216、数字量输出模块型号为 200H-OC225、模拟量输入模块型号为 200H-AD003、模拟量输出模块型号为 200H-DA004。

为了实现两套 PLC 之间的相互通讯,采用串行 PLC 链接的方式来完成。但由于距离相距较远,不能采用电缆物理线路来进行通讯,因此采用单模光纤构成两者之间的物理链路。同时由于 PLC 自带的接口均为 RS232 接口,首先需要将从 PLC 的 RS232 串口通过 RS232 串口转光纤转换器将电信号转换为光信号,通过光纤物理线路的连接,再将光信号转换为 RS232 电信号,实现两个之间的远距离通讯,该 RS232 串口转光纤的转换器采用研华公司的 ADAM4542+来完成。PLC 控制系统的硬件组成如图 2 所示。

4 PLC 控制系统的软件设计

根据系统所采用的 PLC 厂家和型号,采用 CX-Programmer 7.0 编程软件进行程序设计,为了提高工作效率,方便系统程序的维护,采用结构化

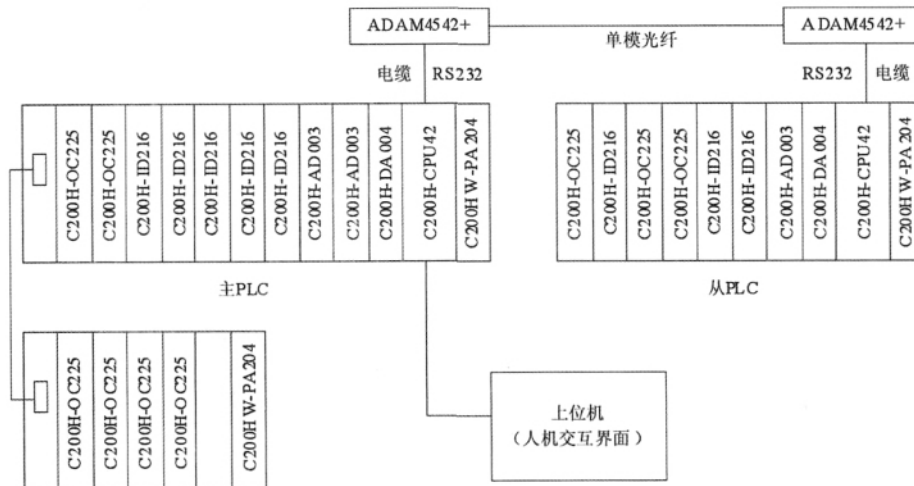


图2 PLC控制系统的硬件组成

编程的方式来进行程序设计,PLC程序主要是根据工艺要求的控制功能来分阶段编写各系统的控制子程序,同时编写主程序用于协调各子程序的运行。各工艺控制子程序主要是根据其运行条件判断是否执行相应的控制过程,完成对水泵、阀门等设备的逻辑和时序控制。本PLC控制系统的主PLC程序共包含7大部分,分别为主程序、数据采集子程序、上位机数据通讯子程序、主从PLC数据通讯子程序、净化处理控制子程序、恒压供水控制子程序、煤泥处理控制子程序;从PLC程序共包含4大部分,分别为主程序、数据采集子程序、主从PLC数据通讯子程序、原水提升控制子程序^[5]。

4.1 主PLC程序设计

(1)主程序。在PLC按周期扫描其程序的执行过程中,主PLC负责按顺序调用各子程序,当前一子程序调用扫描并执行完成后,再执行一个返回指令,紧接着调用下一个子程序,按顺序扫描并执行完所有子程序,再进入下一个扫描周期,依次循环。

(2)数据采集子程序。主要是通过数字量输入模块和模拟输入模块的数据采集功能,对水处理系统的各种工艺参数进行采集,包括液位、压力、流量、浊度、余氯等,同时还包括设备的工况状态等信号的采集,采集后对其进行量化处理、存储等,供其他程序使用。

(3)上位机数据通讯子程序。在主PLC与上位机通讯时,需要将PLC中的数据传输到上位机

的监控软件中,同时上位机监控软件中的控制参数和指令要传输到PLC中,因此该子程序将水处理过程中的所用参数和设备状态信号通过数据传输指令传送给上位机,同时接受来自上位机的数据,将其置于相应的寄存器中,供各子程序使用。

(4)主从PLC数据通讯子程序。由于主PLC直接与上位机进行相互通讯,而从PLC只能通过主PLC才能将其采集到的数据传输到上位机中,同时也要通过主PLC将上位机监控软件中的数据传输到从PLC中,因此该子程序通过将需要交换的数据存放到串行PLC链接所用寄存器中,通过修改串行PLC链接设置寄存器中的数据,完成数据交换。

(5)净化处理控制子程序。包含提升水泵的启停控制,混凝剂和絮凝剂的投加控制,高效澄清池的排泥控制,消毒剂的投加控制。对于提升水泵,根据预沉调节池的液位以及设定的高低报警值,首先判断当前液位是否满足运行要求,当满足时,启动相应的水泵以及水泵的台数,并通过泵后压力和流量判断水泵是否运行正常;提升水泵开启后,当管道中的流量值大于某一设定值时,混凝剂和絮凝剂的投加系统自动开启,并根据流量的大小和水质浊度情况进行实时调节药剂投加量的大小,其调节是通过变频控制系统来完成的;原水经过加药后在高效澄清池中进行混凝反应后,将产生大量的污泥,需要及时排出,以保证水处理系统的正常运行,通过累计进入高效澄清池的水量以及进水浊度和高效澄清池污泥区的体积,自动判

断系统是否需要排泥,当需要排泥时,控制排泥电动阀完成排泥。

(6)恒压供水控制子程序。用于对供水系统的供水泵和阀门进行控制,采用变频控制方式,实时采集供水管道中的压力值,根据设定的管道保证压力值,通过 PID 控制器计算输出控制信号到变频器,调节变频器的输出频率,进而改变水泵的转速,调节管道中的压力使其恒定不变。

(7)煤泥处理控制子程序。主要是根据煤泥水池的液位情况,判断是否需要启动煤泥压滤系统,当需要启动时,开启煤泥泵和压滤机,对系统产生的煤泥水进行压滤处理,完成煤泥水的泥水分流。

4.2 从 PLC 程序设计

(1)主程序。其内容同主 PLC 中的程序类似,也是协调各个子程序的执行过程。

(2)数据采集子程序。其内容同主 PLC 中的程序类似,主要是其采集的工艺参数不尽相同,同时其设备工况状态信号也是随设备的不同而不同。

(3)主从 PLC 数据通讯子程序。主要是将需要交换的数据存放到串行 PLC 链接所用寄存器中,通过修改其串行 PLC 链接设置寄存器中的数据,完成数据交换。

(4)原水提升控制子程序。根据蓄水池的液位值以及系统设定的报警阈值,自动判断需要启动

(上接第 29 页)

表 1 监测水质结果

项目	取水点	调节池	过滤池	终沉池	总排口
PH 值范围	6.64~7.10	6.29~6.99	6.48~7.24	6.93~7.60	
COD 浓度范围	248~493	129~146	133~169	37.4~59.1	
COD 平均浓度	345	135	146	46	
SS 浓度范围	102~278	4~8	5~10	5~7	
SS 平均浓度	157	6	7	6	
COD 去除效率	/	60	/	66	
SS 去除效率	/	96	/	14	

5 结语

在造纸废水的处理工艺中,各种处理方法都存在着不足^[7]。由于造纸废水排水量大,水质中悬浮物含量高,单一采用物化处理无法将废水处理到更高的回用标准,单采用深度处理工艺又不适用于处理造纸废水,因此,在选择处理工艺,应根据废水特性,通过组合物化处理和深度处理工艺,既能有效提高废水中 SS、COD 的去除率,又能大大提高废水回用率,减少废水排放量,以达到浙江

的水泵台数和对应的编号,当水泵启动后,通过泵后压力和流量判断水泵是否运行正常,若不正常则发出报警信息,以提示操作人员。

5 结语

某矿井水处理工艺包括原水提升系统、净化处理系统、供水系统和煤泥压滤系统,其中原水提升系统位于矿区内,净化处理系统、供水系统和煤泥压滤系统位于矿区外,相距大约有两公里。矿井水处理工艺要求对大量的工艺设备和工艺参数进行全过程监控,PLC 控制系统采用主 PLC 和从 PLC 硬件架构、通讯 RS232 方式。该 PLC 控制系统的应用,提高了整个水处理系统的自动化水平,降低工人的劳动强度,提高运行稳定性,且具有故障率低、操作简单方便、可移植性好等特点。

参考文献

[1] 周如禄. 矿井水净化处理自动化监控系统开发与应用[J]. 煤炭学报, 2012 Vol. 37 (S1) :202~206.
 [2] 崔东锋,周如禄,朱留生,等. 矿井水处理监控系统的设计与应用[J]. 煤矿机电, 2005,5:19~23.
 [3] 曹祖民,周如禄,刘忠雨,等. 矿井水净化及资源化成套技术与装备的开发[J]. 能源环境保护, 2004,18(1):37~40.
 [4] 崔东锋,周如禄,朱留生. PLC 自控系统在矿化度矿井水处理工程中的应用[J]. 煤炭技术, 2008,27(5):28~29.
 [5] 童诗存,杨振坤,郭雪景,等. 基于 PLC 的游泳池水处理控制系统[J]. 自动化技术与应用, 2006,25(2):19~21.

《关于印发浙江省印染造纸制革化工等行业整治提升方案的通知》(浙环发[2012]60 号)文件中对造纸行业提出的要求。

参考文献

[1]江红光,梅荣武. 高效浅层气浮技术在造纸废水处理中的应用[J]. 环境污染与防治, 2001,23(4):180~181.
 [2]潘忠贤. 高效浅层气浮系统处理卫生纸抄造白水的研究及应用[D]. 广西大学:2009. 1~57.
 [3] 李宝义. 造纸废水处理技术分析与研究进展 [J]. 广东化工, 2011,38(217):124,182~183.
 [4]林兆慧,吕源财,刘明华. 造纸废水深度处理技术简介[J]. 环保与节能, 2012, 43(2): 63~66.
 [5]万金泉. 当代制浆造纸废水深度处理技术与实践[J]. 中华造纸, 2011, 32(3): 16~23.
 [6]王娟娟,张安龙. 造纸废水深度处理新技术[J]. 环保与节能, 2012, (2): 26~29.
 [7]李志萍,刘千钧,林亲铁,孙斌. 造纸废水深度处理技术的应用研究进展[J]. 中国造纸, 2011, 25(1):183~186.