

基于 S7 200 SMART PLC 和 组态王的雾炮机控制系统设计

郭玉静

(唐山学院 河北省智能装备数字化设计及过程仿真重点实验室, 河北 唐山 063000)

摘要:为了实现对多台雾炮机的集中管理、合理雾化除尘,提出了基于 S7 200 SMART PLC 与组态王的雾炮机控制系统设计方案:将 S7 200 SMART PLC 作为控制系统的现场控制装置,通过继电器输出控制雾炮机中的被控电机;利用组态王软件对控制系统进行设计,实现工作模式的选择、工作指令的下达及对设备状态的监视;通过 TCP/IP 方式实现 PLC 与上位机之间的实时通信。现场运行结果表明,该控制系统运行良好,操作灵活简单,提升了雾炮机的工作效率。

关键词:雾炮机控制系统;S7 200 SMART PLC;组态王;TCP 通信

中图分类号:TP273 **文献标志码:**A **文章编号:**1672-349X(2023)03-0033-05

DOI:10.16160/j.cnki.tsxyxb.2023.03.006

Control System Design for Anti-dust Cannon Based on S7 200 SMART PLC and King View

GUO Yu-jing

(Hebei Key Laboratory of Intelligent Equipment Digital Design and Process Simulation,
Tangshan University, Tangshan 063000, China)

Abstract: In order to realize the centralized control of several anti-dust cannons and rationalize the atomized dust-removing, a control system based on S7 200 SMART PLC and King View is proposed. In this system, S7 200 SMART PLC is taken as a on-site control equipment to control the motor in the anti-dust cannon through relays. King View is used to design the control system so as to realize the operating mode selection, instruction sending and equipment condition monitoring. PLC and master computer can conduct the real-time communication through TCP. The practice shows that the control system runs well and is easy to operate, which has increased the efficiency of the anti-dust cannon.

Key Words: control system for anti-dust cannon; S7 200 SMART PLC; King View; TCP communication

0 引言

煤炭是钢铁企业的主要能源,但其在运输与储料过程中,会产生大量的粉尘和扬尘,给钢

铁企业造成严重的环境污染,并且影响现场工作人员的身心健康。对此,钢铁企业常常使用雾炮机作为降尘装置。此装置降尘效率在

作者简介:郭玉静(1981—),女,河北唐山人,讲师,硕士,研究方向为测控技术与仪器。

75%以上,粉尘治理效果十分明显^[1]。

某钢铁厂根据其封闭的煤炭料棚区的现场实际情况,并考虑雾炮机的喷雾量、喷雾源与尘源之间的距离等因素对雾化降尘效果的影响,在料棚区共布置了 4 台雾炮机,并将它们于料棚区入口和中间位置的两侧分别两两相向放置。每台雾炮机的射程为 80 m。为实现对 4 台雾炮机的远程集中控制与状态监视,本文设计了一套基于西门子 S7 200 SMART PLC 和组态王的雾炮机控制系统,即使用西门子 S7 200 SMART PLC 作为雾炮机控制系统的现场控制装置,并通过工业交换机将其与上位机进行组网;利用组态王软件对雾炮机控制系统进行设计,并制作人机交互界面,以监控雾炮机控制系统的运行。

1 控制系统总体结构

雾炮机控制系统的总体结构如图 1 所示,其中,上位机具有选择系统控制模式、发布远程控制指令、监视现场设备状态等功能;PLC 为下位机,是雾炮机的现场控制装置,功能上具有本地控制和远程控制两种控制模式。当 PLC 处在远程控制模式工作时,通过工业交换机与上位机进行实时通信,接收上位机的指令信号并执行相应动作,同时将现场设备运行状态传回上位机进行状态显示;当 PLC 处在本地控制模式工作时,则接收现场控制指令信号并执行相应动作,同时将现场设备运行状态传回上位机进行状态显示。

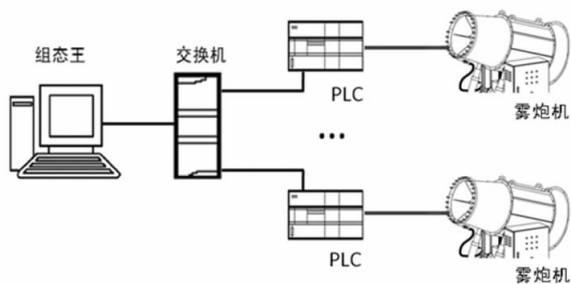


图 1 雾炮机控制系统总体结构图

2 控制系统硬件设计

2.1 控制电路

雾炮机的主要工作元件包括风机、水泵电

机、旋转电机和电液推杆。液位变送器、限位开关、按钮等是组成 PLC 控制电路的主要电气元件(见表 1)。风机的功率为 22 kW,其直接启动会引起较大电流,因此使用星角启动方法来避免,其他电机可以直接启动。为保证正常运行,风机只有在水箱水位正常的情况下才可以启动,风机启动后水泵电机再启动。雾炮机风筒的旋转由旋转电机带动、升降由电液推杆带动,风筒旋转和升降动作通过限位开关控制相应电机的正反转来实现。水箱水位信息由液位变送器检测,并通过配套的二次仪表将水位高低信息传送给 PLC,当水箱水位较低时,控制系统打开供水管电磁阀进行上水,以补充水箱水量。

表 1 PLC 控制电路主要电气元件及所需数量

序号	名称	数量
1	液位变送器	1
2	限位开关	4
3	选择开关与按钮	4
4	中间继电器	10

开关器件是 PLC 控制电路中重要的电气元件,本控制系统使用西门子公司可编程逻辑控制器 CPU 200 SMART 6ES7288-1SR60-0AA0 作为主控制器对开关器件进行控制。

S7 200 系列 PLC 结构紧凑、通信功能强大,支持多种通信协议,可与触摸屏、变频器、伺服驱动器、上位机等联网通信^[2-4]。根据控制系统的控制要求,控制电路需要 19 个输入数字量、18 个输出数字量,因此无需对 PLC 数字量的输入/输出进行扩展。单个 PLC 的控制电路如图 2 所示。

2.2 交换机组网

为了使下位机与上位机实现双向实时的数据交换,在雾炮机控制系统中,采用 TCP/IP 通信方式构建下位机与上位机的系统结构。S7 200 SMART PLC 上自带一个 RJ45 通信网口和一个 RS485(以太网)串口,这两个通信口均能实现设备与设备之间的通信。

雾炮机控制系统中共有 4 台 S7 200 SMART PLC,因此采用大连德嘉工控生产的

欧式 8 口工业交换机将 PLC 与上位机进行组网。此交换机有 RJ45 插口,十兆百兆自适应,

能够构建星形或者线形拓扑网络结构,且使用 24 V 直流供电,安装方便。

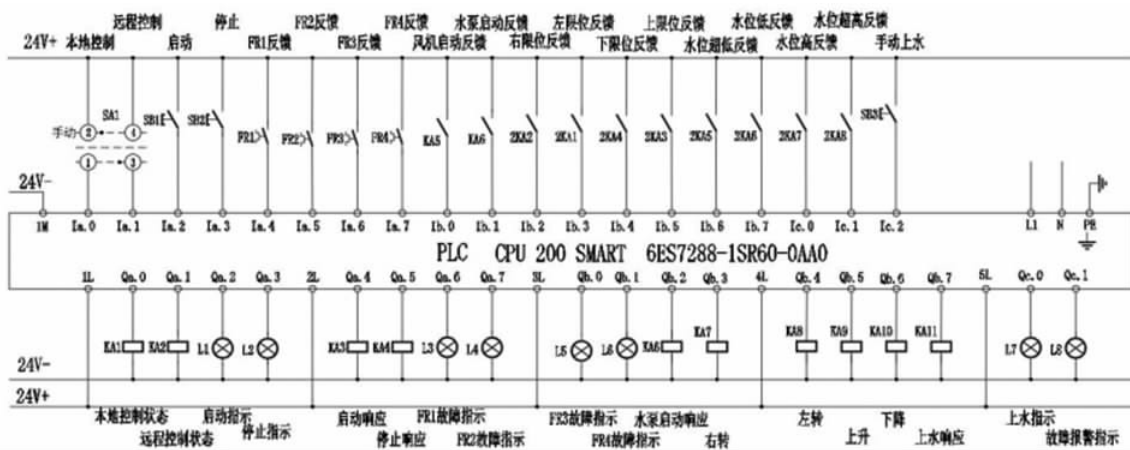


图 2 单个 PLC 的控制电路

3 控制系统程序设计

控制系统的程序设计主要包括单台雾炮机的 PLC 控制程序设计和人机交互界面程序设计两部分。PLC 控制程序实现对雾炮机动作的直接控制,并把设备运行状态反馈给上位机进行显示;人机交互界面程序通过选择不同的控制模式对雾炮机进行相应的操作,并显示其运行状态。在程序设计中设定此控制系统可以根据现场除尘需要而选择特定位置的雾炮机让其工作。

S7 200 SMART PLC 的编程软件为 STEP 7-MicroWIN SMART,可以在 Windows 环境下编写程序,编程语言可以使用 LAD 和 STL。PLC 的程序下载直接使用网线而不必使用专用的编程电缆,这使得 S7 200 SMART PLC 的程序写入以及与其他网络设备组网变得简单方便。人机交互界面程序采用组态王软件进行设计。作为组态软件,组态王的通用性良好,能够实现与大多数 PLC 的通信,而且既可以实现与单台 PLC 通过 PPI 方式通信,也可以实现与多台 PLC 通过 TCP 方式通信^[5-6]。

3.1 PLC 控制程序设计

STEP 7 可以为程序设计提供线性化编程、分部式编程和结构化编程三种方法,其中分部式编程是把一项控制任务分成若干个指令块,每个指令块完成一部分工作,指令块之间无数据交换,因此此方法便于程序的查看与修改。

由于 PLC 的控制包含本地控制和远程控制两种相互独立的模式,因此其程序的编写采用分部式编程方法,将整个控制分成本地控制、远程控制、液位控制和综合报警 4 个部分。其中,本地控制和远程控制需要经过上位机和下位机共同确认才能执行相应的控制模式,上位机人机交互界面控制模式设置为本地控制 M1.0=1,远程控制 M1.1=1;PLC 通过选择开关确认控制模式,设置为本地模式 Ia.0=1,远程模式 Ia.1=1。如果上、下位机模式选择一致,则转向相应的控制程序。PLC 控制主程序如图 3 所示。

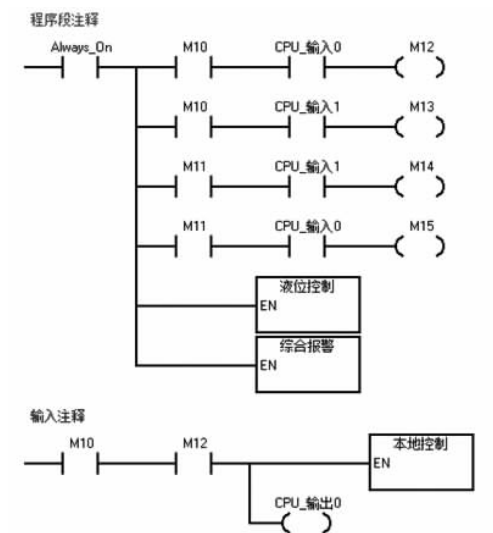


图 3 PLC 控制主程序

PLC 本地控制流程如图 4 所示。在水箱水位状态 M1.6 正常的情况下,按下本地控制的启动按钮置位 Ia.2,使风机启动,延时 7 s 后水泵电机启动,延时 9 s 后风筒进行旋转动作和升降动作,开始喷雾除尘作业。风筒左右旋转和上下升降动作方向的切换由限位开关控制。当风筒右旋转到右限位时,右限位开关的反馈信号 Ib.2 切换旋转方向,风筒开始左旋转;当至左限位时,左限位开关的反馈信号 Ib.3 切换旋转方向,风筒开始右旋转。风筒上升到上限位时,上限位开关的反馈信号 Ib.5 切换升降方向,风筒开始下降;当至下限位时,下限位开关的反馈信号 Ib.4 切换升降方向,风筒开始上升。当按下工作现场的停止按钮置位 Ia.3 时,控制系统返回本地控制的初始状态,雾炮机停止动作,否则重新返回旋转和升降控制状态且循环执行。

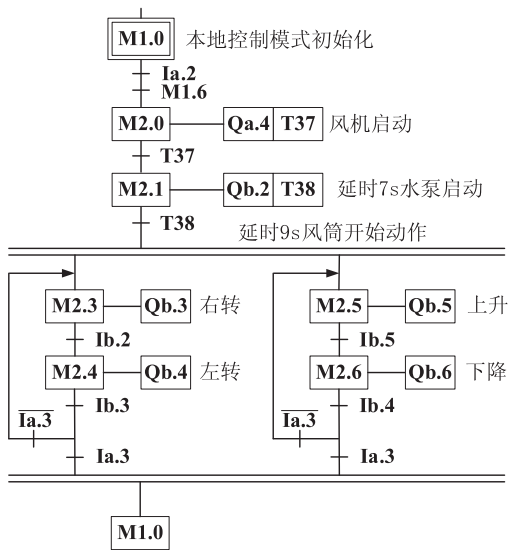


图 4 PLC 本地控制流程图

PLC 远程控制流程如图 5 所示。在水箱水位状态 M1.6 正常的情况下,按下远程控制界面的启动按钮使状态位 M2.0=1,风机启动,延时 7 s 后水泵电机启动,延时 9 s 后风筒进行旋转动作和升降动作,开始喷雾除尘作业。风筒的左右旋转和上下升降动作方向的切换过程与本地控制时的过程相同。

如果没有按下远程控制界面的停止按钮使状态位 M3.0=0,同时也没有紧急按下工作现

场的停止按钮置位 Ia.3,那么雾炮机控制系统会一直处于旋转和升降控制状态且循环执行。当按下远程控制界面的停止按钮使状态位 M3.0=1 或紧急按下工作现场的停止按钮置位 Ia.3 时,则控制系统会返回远程控制的初始状态,雾炮机停止动作。

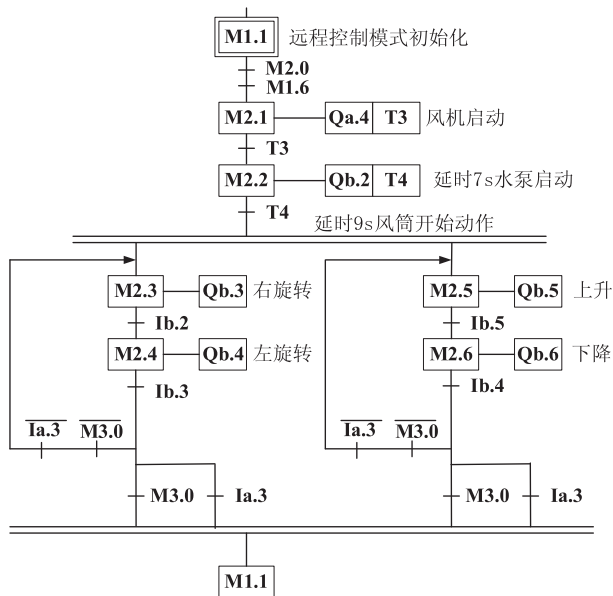


图 5 PLC 远程控制流程图

3.2 人机交互界面程序设计

由于 PLC 的控制包含本地控制和远程控制两种模式,因此在雾炮机控制系统的主界面设置了本地控制模式和远程控制模式两个按钮。在主界面选择本地控制模式后,该模式下的人机交互界面如图 6 所示。在此界面上,远程工作人员可以选择本地控制模式为开启状态 (M1.0=1) 还是关闭状态 (M1.0=0)。而在该模式下 PLC 的启动与停止由现场工作人员操作。人机交互界面上会显示现场设备的运行状态,包括各雾炮机是否正常工作、各电机是否过载、是否是上水状态及水箱水位是否正常。

远程控制模式下的人机交互界面如图 7 所示。通过主界面进入远程控制模式界面后,远程工作人员可以选择该模式为开启状态 (M1.1=1) 还是关闭状态 (M1.1=0),并可操作每个 PLC 执行控制工作,包括雾炮机的启动、停止以及手动上水等,而且现场设备的运行状态会显示在人机交互界面上。

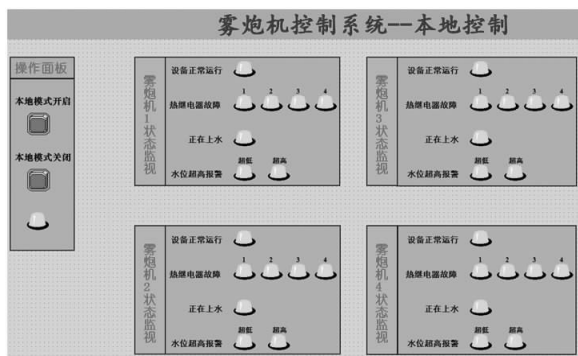


图6 上位机本地控制模式界面

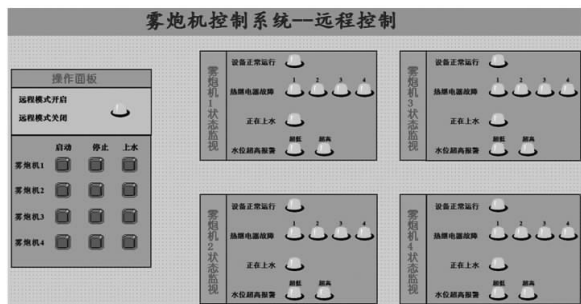


图7 上位机远程控制模式界面

3.3 上位机与 PLC 之间的通信

由于上位机需要同时与 4 个 PLC 进行通信,因此通过工业交换机组网实现上位机与 4 个 PLC 的连接。PLC 在 STEP 7 系统块中其 CPU 型号为 SR60,通信设置时配置 PLC 的 IP 地址和子网掩码,使 4 个 PLC 与 PC 上位机都在同一个子网中,如上位机 IP 地址为 192.168.31.11,1 号 PLC 的 IP 地址可为 192.168.31.12,其余 PLC 与之相类似。利用组态王添加通信设备时,设置如下:通信方式选择西门子 S7 200(TCP);设备地址设置为 PLC 的 IP 地址,如 192.168.31.12,默认端口为 0;其余设置选择默认值。应注意的是,设备地址与 PLC 的 IP 地址要保持一致,否则将不能进行通信。组态王配置文件 kvS7200 中从机的 IP 地址也要与 PLC 的 IP 保持一致。如 1 号 PLC 的配置如下:

[192.168.31.12:0]

LocalTSAP=0101

RemoteTSAP=0101

TpduTSAP=000A

SourceTSAP=000A

4 结论

针对多台雾炮机集中统一控制的需求,设计了一套以组态王软件集中控制上位机、西门子 S7 200 SMART PLC 控制下位机的雾炮机控制系统。通过对上位机和下位机的硬件和软件进行设计,实现了对雾炮机的集中协调控制,满足了不同使用情况下的控制要求。现场使用情况表明,该系统运行稳定,操作简单,大大提高了雾炮机工作的自动化程度,减少了工作人员现场操作的次数,从而提升了雾化除尘工作效率、减小了环境污染以及保护了现场工作人员的健康。

参考文献:

- [1] 陈云,张亮,黎志.煤坪降尘用雾炮机降噪装置的研究与应用[J].煤炭技术,2021,40(27):140-142.
- [2] 武文凯,李明辉,巩强令.基于 S7-1200 PLC 与 LabVIEW 的泵轮检测设备控制系统[J].仪表技术与传感器,2020(12):82-85.
- [3] 李静,董斌,柯长磊,等.基于西门子 PLC S7-200 的空气透平实验台测控系统[J].低温与超导,2018,46(8):1-5.
- [4] 程刚,焦尚彬,李生民,等.基于 S7-200 smart PLC 的调速系统实验平台设计与调试[J].实验技术与管理,2019,36(3):116-120.
- [5] 郭玉静,夏淑红.基于组态王和 PLC 的双锯片抛光机控制系统设计[J].机床与液压,2021,49(10):99-102.
- [6] 李根,申俊杰,刘海庆,等.基于 PLC 和组态王的激光器功率监控系统[J].光电子·激光,2016,27(8):792-797.

(责任编辑:李秀荣)