

「现场总线」

基于Profibus—DP现场总线的 管材拉拔机控制系统设计

文/天津电气科学研究院有限公司 李庆元 吴迪 刘奇 訾永超 付瑶

为提高拉拔机生产精度和自动化水平，设计了基于Profibus—DP现场总线的控制系统。该系统采用西门子公司S7—300系列PLC为主站，IM153模块和MM440变频器为从站。根据拉拔机系统生产工艺要求，设置了Profibus—DP的通信协议及变频器的相关参数，并利用编程软件STEP7与组态软件MCGS设计了PLC程序和上位机界面，实现了触摸屏与PLC之间的信息实时交互。Profibus—DP现场总线能将拉拔机系统中分散的设备进行集中管理，减少了线缆布置，网络通信稳定，速度快，很大程度上提高了拉拔机的生产效率和信息化程度。

随着我国核电事业的迅猛发展，冷拔合金钢管因其精度高、力学性能优良、质量好且加工生产效率高优点，备受需求青睐。拉拔机作为其生产线的重要设备，其性能的优劣直接影响着高精度冷拔合金钢管的质量。因此，研究与实现操作方便、控制精度高的拉拔机是十分必要的。传统的设计方法是將变频器和其他元器件集中连接到PLC上，但是由于拉拔机设备本身较长，需要布置大量的控制电缆，使施工困难，成本较高。近年来，随着可编程序控制器和计算机通信技术的发展，现场总线技术得到了逐步推广，应用不断优化。拉拔机控制系统采用Profibus总线技术，仅用一根总线电缆从PLC到受控对象，不但减少了现场控制电缆敷设的施工量，简化了接线，从而降低成本，提高数据信息传输量，方便更好地监控设备状态。上述解决方案，对提高拉拔机的信息化、自动化水平，有着重要的现实意义。

拉拔机工作原理

1. 拉拔机组成与工艺

拉拔机对金属坯料进行拉拔，使金属材料直

径发生改变、达到所需直径需求，从而控制不同直径规格的棒材和管材。其自身由电气系统、机械设备、液压系统等组成。床身、传动机构、拉拔小车等构成机械设备；电气柜、变频器、PLC、触摸屏、电动机等构成电气系统；液压阀、液压泵及液压缸等元件组成液压系统。三大部分保证拉拔机平稳进行，拉拔机的工序如图1所示。

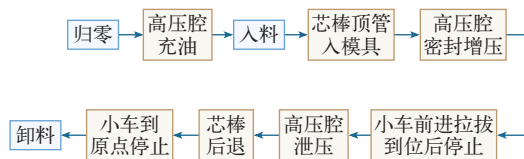


图1 拉拔机生产工序

为保证拉拔机工作的可靠性，控制系统应满足以下要求：①高压系统自动增压和泄压。②芯棒位置能进行准确控制。③有完善的故障报警处理系统。④每个工步均可手动和自动控制。⑤油箱液位和油温自动控制。⑥小车具有正反转功能、能方便调节和监测拉拔速度。

2. 拉拔机系统组成

系统主要由PLC、变频器、触摸屏、拉拔电

动机、液压系统等构成，如图2所示。

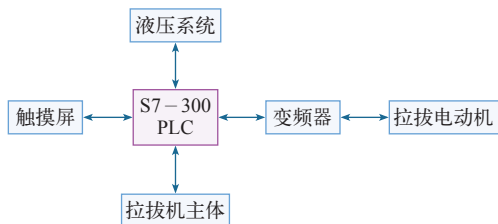


图2 拉拔机系统组成示意图

作为整个控制系统的核心，PLC既能存储工艺参数并通过控制程序实现对现场设备的控制，又能将设备信息传递给触摸屏；工艺参数设定、状态运行监控等，由触摸屏组态的人机界面操作执行；PLC给定的控制信号经由变频器转换、放大驱动拉拔电动机工作，拉拔电动机作为执行单元通过机械传动完成管材拉拔动作要求；液压系统主要负责缸体的运动。

系统硬件设计

1. 硬件选型

根据控制系统要求，电源模块采用1块SIEMENS公司的PS3075A，主控模块采用S7-300系列的CPU315-2DP。为保证系统所需I/O点数并留出空间，另外选择扩展模块为3块16点DI模块、3块16点DO模块、1块8通道AI模块。PLC从站采用IM153接口模块，变频器采用SIEMENS公司的MM440，触摸屏采用昆仑通态公司的TPC1062KS。

2. 系统网络配置

拉拔机控制系统使用Profibus-DP方式实现主—从站之间的通信。Profibus-DP应用于现场设备控制系统与分散式I/O之间的通信，使分散式数字化控制器从现场底层到车间级实现网络化。变频器与PLC的DP口进行Profibus-DP通信，触摸屏通过PLC的MPI端口实现通信。图3是系统的网络配置示意图。

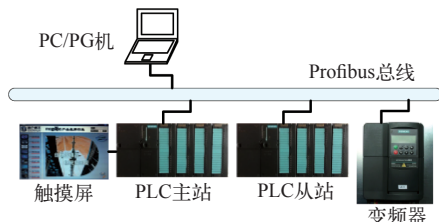


图3 拉拔机系统DP网络配置

系统软件设计

1. DP主、从站组态

在进行软件设计之前首先要对系统硬件进行正确的组态，如图4所示。

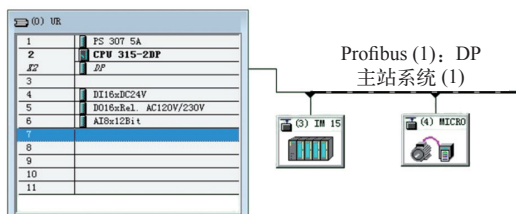


图4 系统硬件组态

1) 在STEP7编程软件中打开硬件组态窗口，选取CPU315-2DP作为DP主站，建立一个Profibus-DP网路，在Profibus的属性中将其设为“DP master”，主站地址为2。

2) 在Profibus-DP网络上插入一个IM153模块，双击所插入的从站，设置从站地址为3。

3) 将MM440变频器添加到DP网络上作为从站，将其地址设置为4，且必须与变频器参数设定一致，配置参数过程数据对象为PPO1类型，STEP7系统自动给MM440分配I/O地址。

4) 主要参数给定：P0304为额定电压参数序号，设定值为380 V；P0305为额定电流参数序号，设定值为58 A；以此，参数序号P0307为额定功率=30 kW；参数序号P0310为额定频率=50 Hz；P0311为额定速度=1 500 r/min；P0700为命令源=6；P0719为命令和频率设定值的选择=0；P0918为Profibus地址=4；P0927为参数修改设置=15。

2. PLC程序设计

PLC程序编写采用SIMATIC Manager专业软件包，用于S7-300PLC用户程序的编制和监控。系统采用结构化形式管理用户编写的程序，提高了代码执行效率，而且方便程序的维护和修改，满足拉拔机的控制逻辑和控制功能要求。系统的控制程序主要由1个组织块（OB1）、14个FC块（FC1-FC12、FC105）、7个数据块（DB10-DB16）组成。

通过DP网线实现PLC对变频器的控制，实质是对变频器控制字的操作。首先使用中间寄存器M对控制字逐位进行编程，将配置好的字利用MOV指令传送给PQW，实现对控制字的控制，同时将当前状态PIW取出进行监视。

1) 变频器启停控制：电动机正转、反转和停

止的变频器控制字分别为047F、0C7F和047E。

2) 变频器速度设定：PZD任务报文的第2个字是主频率设定值，以十六进制数的形式发送。

3) 变频器速度反馈：读取主实际值HIW即可实现变频器速度的监控。以上功能均通过触摸屏上的控制按钮、数值输入和状态显示功能实现。

PLC程序实例如图5所示。

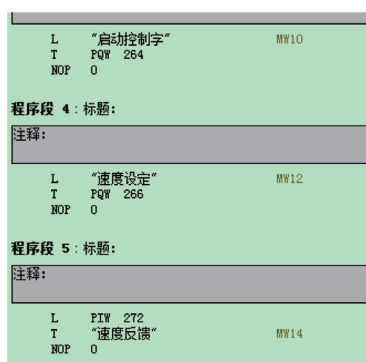


图5 变频器控制程序段

根据工艺，PLC控制程序流程如图6所示。

通过触摸屏和操作台上的控制按钮发出指令给PLC，PLC根据控制指令和系统的设定参数执行相应的控制程序，从而实现对系统的执行元件进行控制。

3. 触摸屏设计

该控制系统选用了一台昆仑通态公司生产的TPC1062KS高性能嵌入式一体化触摸屏，10.2 in 液晶显示，具有系统启动快，操作响应时间短等

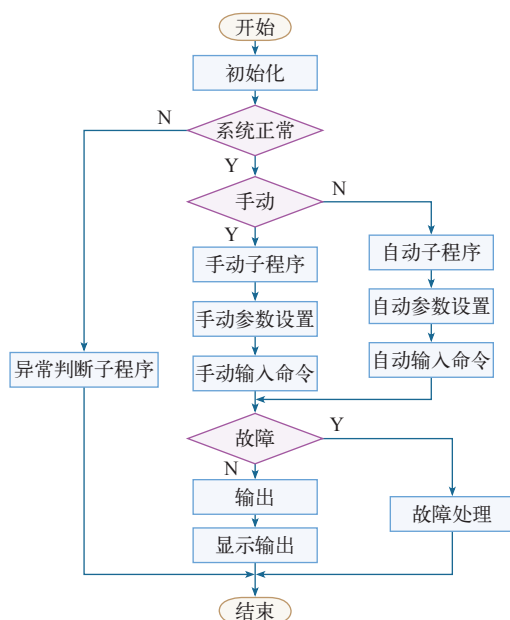


图6 PLC程序流程图

特点。利用触摸屏上的文字、图形、功能等控件组态界面，不但减少了实际需要的物理元件，而且可以能够读取PLC内部的数据，实时地处理或监控设备信息，成为操作人员与PLC之间信息交互的通信桥梁。根据拉拔机控制系统的控制 and 操作要求，在触摸屏系统中设计了人机界面，本系统的上位机软件设计了4个功能界面，分别为拉拔生产工艺监控界面、参数设置界面、手动控制界面、故障报警诊断界面。其中生产工艺监控界面如图7所示。

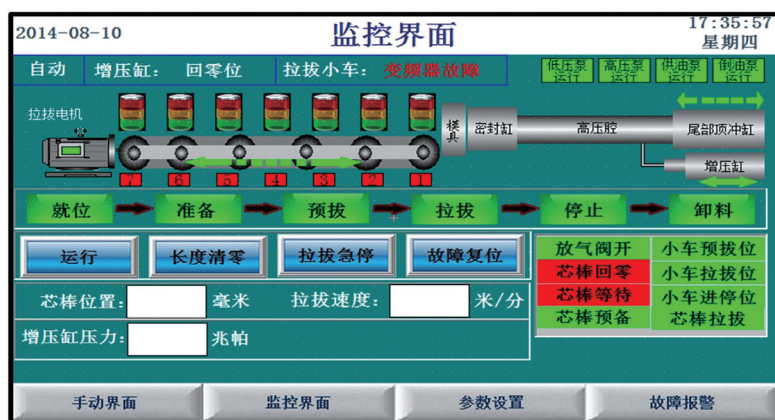


图7 监控界面

结束语

使用Profibus-DP现场总线技术、变频器技术、组态软件技术等手段实现的基于Profibus总线的拉拔机控制系统，结构简洁、紧凑，完成了

拉拔机的自动化控制，实现了现场工况信息的监控，减少了系统的复杂性，提高了拉拔机工作的可靠性和生产效率。EA (收稿日期：2018.01.05)

(编辑：朱金凤)