

# PLC 和触摸屏组合控制系统的应用

## 0 引言

随着科技的飞速发展，越来越多的机器与现场操作都趋向于使用人机界面，而 PLC 控制器强大的功能及复杂的数据处理也要求有一种功能与之匹配而操作简便的人机界面。触摸屏的出现无疑是 21 世纪自动化领域的一个巨大革新。触摸屏和 PLC 的组合使用已经成为主导形式。

PLC 是一种结构简单、通用性好、功能较完备的新型控制元件，其主要优点是抗干扰能力强，可以提高系统的可靠性和稳定性以及生产效率，特别适用于工业控制。

触摸屏是一种连接人和机器的人机界面，它代替了原始的控制台和显示器，可用于数据显示和参数设置，并且可以用动态曲线的形式描述系统的控制过程；扩展了 PLC 的功能，减少了按钮、开关、仪表等仪器的使用。

## 1 系统的组成

本系统采用 Siemens S7-200 和迪文触摸屏组成的系统控制现场的电动阀、电磁阀、电动机和温度控制器等执行机构。S7-200 通过模拟量输入模块和温度、压力传感器采集现场的温度和压力信号，信号通过 PLC 上的 A/D 转换、数值变换传送到触摸屏上，触摸屏显示实时的温度值、压力值、温度曲线、压力曲线和 PID 曲线；且 PID 参数可以通过触摸屏进行设置，触摸屏给 PLC 发送指令，以控制现场的执行机构。由于 PLC 接口为 RS-485,触摸屏接口为 RS-232, 因此，需要增加一个 RS-485 /RS-232 转换线。控制系统的组成如图 1 所示。

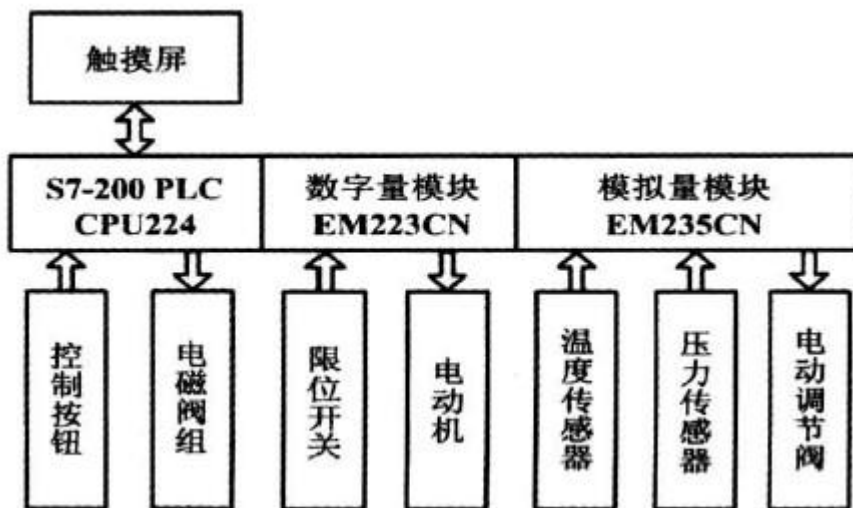


图 1 控制系统组成框图

## 2 PLC 和触摸屏的通信

计算机与计算机或计算机与终端之间的数据传送可以采用串行通信和并行通信 2 种方式。S7-200 系列 PLC 的通信分 3 种工作方式：PPI 通信方式、自由口通信方式和 Profibus-DP 通信方式，本系统采用的是自由口通信方式。

## 2.1 PLC 的自由口通信

当 S7-200 系列 PLC 使用自由口通信时，数据传输协议完全由用户程序决定，所有的通信任务都要由用户编程完成。通过自由口方式，S7-200 可以与串行打印机、条码阅读器、触摸屏进行通信，其波特率范围为 1 200~ 115 200 bit / s（可调整）。自由口通信的核心是 XMT（发送）和 RCV（接收）这 2 条指令以及相应的特殊寄存器控制。本系统的自由口通信使用的是自由口 0，S7-200 CPU 使用 SMB30 定义自由口 0 的工作模式。通过特殊寄存器 SMB30，可以对校验的选择、每个字符的数据位、自由口的波特率和协议选择进行设置。S7-200 CPU 上的自由口接口为 RS-485，触摸屏的接口为 RS-232，设计时需要制做一个 RS-485 / RS-232 的通信线。而 S7-200 CPU 的通信口 RS-485 为半双工通信口，发送和接收指令不能同时处于激活状态，此时，可以通过控制特殊寄存器 SMB87 来控制 RCV（接收），当在指定时间内 PLC 没有收到信息时，RCV 指令将停止接收。

## 2.2 触摸屏的数据传送方式

迪文触摸屏的串口数据帧结构由帧头、指令、数据以及帧尾结束符这 4 个数据块组成。帧头固定为 0XAA，而指令参考迪文指令集，数据最多为 249 B，帧尾结束符固定为 0XCC、0X33、0XC3、0X3C。其中，0X 代表 16 进制数。迪文触摸屏所有指令或数据都是 16 进制（HEX）格式，对于字型（2 字节）数据，字节传送顺序采用高字节先传送（MSB）的方式。传送方向为下行（Tx）时，PLC 发送数据给触摸屏，数据从触摸屏串行接口的"Din 引脚"输入；传送方向为上行（Rx）时，触摸屏发送数据给 PLC，数据从触摸屏串行接口的"Dout 引脚"输出。触摸屏与 PLC 串口数据交换过程如图 2 所示。

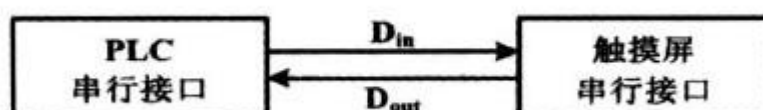


图 2 数据交换过程示意图

## 3 典型的 PLC 程序

### 3.1 模拟量的采集及发送

在模拟量输入及其转换成实际值的过程中（以温度为例），温度传感器采集到的模拟信号通过 PLC 模拟量输入模块变成数字信号传到 PLC 的存储器，再根据传感器的量程等实际情况把数字信号换算成实际的温度值（模拟量比例换算是由于 A / D、D / A 转换之间的对应关系，S7-200 CPU 内部用数值表示外部的模拟量信号，两者之间有一定的数学关系，即模

拟量/数值量的换算关系)。

系统从模拟量模块中地址为 AIW10 的通道输入模拟量。为了增强输入模拟量的稳定性，模拟量采集程序采用求多次采样值的平均值方法；而为了减少 CPU 的扫描时间，程序中的除法采用移位除法（用采样次数的 2 的次方表示，如 128 次为 2 的 8 次方）。

### 3.2 触摸屏的触控功能

当触摸屏上的按钮被按下时，触摸屏会给 PLC 发送按钮位置坐标（触摸屏中表示位置坐标的数据块为"AA 73 按钮的坐标 CC 33 C3 3C"），PLC 收到数据后判断按钮的位置坐标是否正确，如果正确，则执行显示曲线、显示实时参数、控制执行机构等指令。

### 3.3 通信的相关程序

PLC 的编程方法因程序设计人员的思维习惯不同而有很大差异，常用的编程方法有梯形图编程和语句表编程 2 种。梯形图接近继电器控制的表达形式，语句表则类似于计算机汇编语言，这 2 种编程方式均实时反映出继电器控制的思想。本文采用语句表的编程方法编写了触摸屏和 PLC 通信及触摸屏触控(触摸屏给 PLC 发送指令,通过 PLC 控制执行机构)的程序，其程序如下。

#### ①主程序编程。

网络 1: 程序初始化。

```
LD      SM Q 1
MOVB   16# 19, SMB30
MOVB   16# 9C, SMB87
MOVB   16# 3C, SMB89
MOVB   Q,  SM B90
MOVB   1,  SM B92
MOVB   10Q SMB94
ATCH   NT_Q 23
ENI
```

网络 2: 接收触摸屏发来的指令。

LD SM0 0  
RCV VB120 0

②中断程序。

网络 1: 如果按下“启动”按钮，则发给 PLC 控制指令控制执行机构。

AW > = VW 125, 114  
AW < = VW 125, 324  
LPS  
XMT VB20 0  
AENO  
FLL Q, VW 120, 10  
AENO  
S M0 1, 1  
LPP  
CRETI

网络 2: 如果按下“返回”按钮，界面切到首页。

LDW > = VW 123, 40

AW < = VW 123, 157

AW > = VW 125, 383

AW < = VW 125, 432

LPS

XMT VB3Q 0

AENO

FLL Q, VW 12Q, 10

AENO

R MQ 1, 1

LPP

CRETI

③数据块。

VB20	7
VB21	16#AA
VB22	16#70
VB23	16#1
VB24	16#CC
VB25	16#33
VB26	16#C3
VB27	16#3C
VB30	7
VB31	16#AA
VB32	16#70
VB33	16#0
VB34	16#CC
VB35	16#33
VB36	16#C3
VB37	16#3C

#### 4 用户界面

用户界面的设计和实现分为以下 2 个步骤。

##### ① 设计触摸屏的显示界面。

设计和触摸屏 HMI 物理分配率相同的用户界面，并下载到 HMI 终端（用户界面可以用任意画图软件进行绘制）。

##### ② 制作触摸屏按钮。

按照工艺要求设计好的用户界面有很多按钮，当触摸屏按钮被按下时，触摸屏会给 PLC 发一个位置坐标（格式为 AA 73 坐标 CC 33 C3 3C），使其根据坐标的正确性来执行相应的指令。如按钮“温度曲线”，它的有效区域是右上角和左下角这 2 个点坐标的组合(X0Y0, X 1Y1 )，

其中 X0Y0 为"温度曲线"右上角坐标, X1Y1 为"温度曲线"左下角坐标。当"温度曲线"按钮被按下时, 触摸屏就给 PLC 发送相应的坐标指令, PLC 收到坐标 (X, Y) 后进行判断, 若  $X0 \leq X \leq X1$  且  $Y0 \leq Y \leq Y1$ , 则 PLC 给触摸屏发送显示温度曲线的指令, 触摸屏上就会显示如图 3 所示的实时温度曲线。同理, 可以进行 PID 参数的设置。

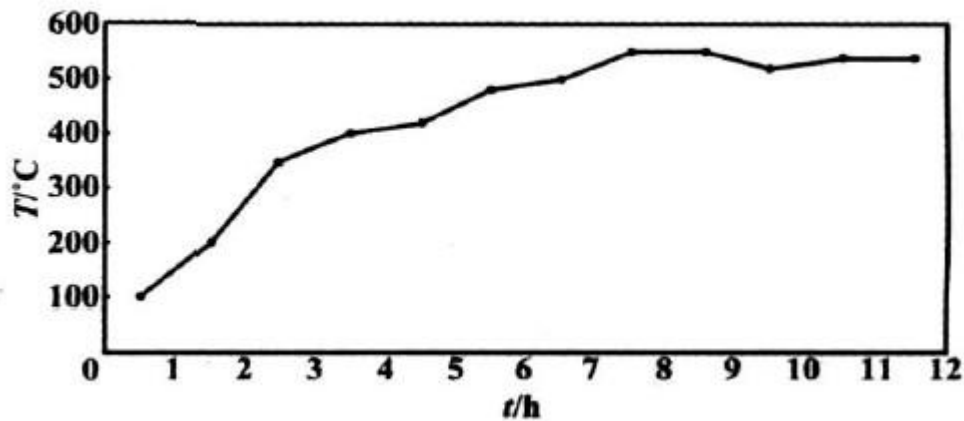


图 3 实时温度曲线

## 5 遇到的问题及解决方法

在系统设计过程中, 会遇到以下几类问题。

①通信接口不匹配, 即 PLC 上 CPU 的接口为 RS-485, 触摸屏接口为 RS-232. 解决办法是购买 RS-485 /RS-232 转换器, 或自己设计一个转换电路。

②S7-200 CPU 通信端口为 RS-485 半双工通信口, 发送和接收指令不能同时处于激活状态。解决办法是通过软件设计实现, 把接收信息控制字 SMB87 设置为 16# 9C, 当在设定时间内 PLC 没有接收到信息时, 则接收指令 RCV 停止接收。

③PLC 和触摸屏的通信波特率必须保持一致, 本系统的通信波特率为 115 200 bit / s.

## 6 结束语

触摸屏和 PLC 组合系统的研究既利用了 PLC 强大的控制功能, 又发挥了触摸屏友好的人机交互、灵活、可靠的优点, 大大减少了操纵台上的开关数量, 省去了复杂的电气接线, 使操作人性化。操作人员可以直接通过触摸屏的按钮来控制系统的运行, 简化了操作难度, 且通过运行曲线可以更直观地掌握系统的运行状态。系统具有实时显示被控系统的参数值、显示曲线、控制、报警、记录及设置参数等功能, 实现了 PLC 的可视化功能。PLC 和触摸屏的组合使用是工控领域的发展趋势。