

液压机的 PLC 控制系统

■ 中国矿业大学信息与电气工程学院 韦耀杰

摘要：本文以欧姆龙可编程序控制器(PLC)CS1G-CPU42H为例，说明了液压机的PLC自动控制系统及其电气系统组成。在PLC对开关量进行控制的基础上，实现了对模拟量的闭环控制，目的在于解决液压机压力控制的精度不高问题。同时，PLC与触摸屏(PT)联机通信，实现人机对话，全方位监控和管理液压机，实时了解液压机的工作和故障状况。实践证明，该系统是一个实用的控制系统，目前已经得到广泛应用。

关键词：PLC PT 液压机 控制系统

0 引言

PLC 作为新一代的工业控制器，凭借其极高的可靠性、超强的抗干扰性、先进的技术性以及良好的通用性，在工业控制的各个领域得到日益广泛的应用。特别是在液压机的电气和液压控制系统中，PLC已得到普遍应用和发展，而且这一趋势仍将继续。

触摸屏是集显示器和触摸开关为一体的可编程终端，简称PT，是新一代高科技图形化人机界面产品，具有强大的显示功能和操作功能。

在工业自动化越来越要求实时监控的今天，触摸屏(PT)与 PLC 的结合日趋完善，其联控技术正日益接近具有多功能操作界面的工业控制计算机，触摸屏的使用更为PLC的广泛应用开辟了一个新领域^[1]。

1 液压机的控制系统

1.1 系统 PLC组成

本机使用的 PLC 分别有以下模块组成：开关量输入模块，开关量输出模块，模拟量输入模块，模拟量输出模块，高速计数模块，通讯模块，CPU 单元以及电源单元。其中CPU单元为 PLC 的核心，本机CPU单元型号为 CS1G-CPU42H。PLC配置图如图1所示：

1.1.1 PLC 的CPU单元

欧姆龙CS1系列所有CPU单元都支持IEC61131-3的结构化文本和梯形图语言。由于本机有行程控制、压力闭环控制以及PLC与PT联机通信等，对CPU的扫描周期要求严格，需要高速、大容量的CPU，故选择CS1G-CPU42H型号的PLC。

1.1.2 高速计数模块

高速计数模块是为了给高速脉冲串计数而设计的模块，有多种输入方式可选择，并支持线性计数和环型计数。光电编码器与高速计数模块C200H-CT001-V1相连。高速计数模块对来自光电编码器的输入信号计数。

1.1.3 模拟量输入模块

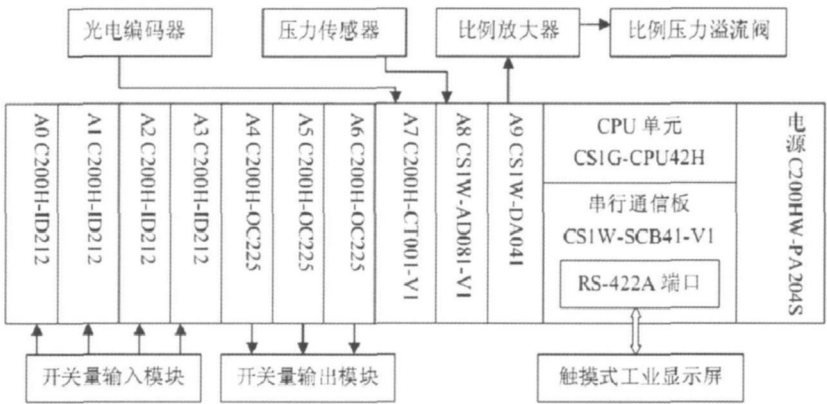


图1 PLC配置图

欧姆龙CS1系列提供了种类丰富的模拟量输入单元以适应任意应用,从低速、多通道的温度测量到高速、高精度的数据采集。高精度的过程I/O单元支持更多的传感器,实现更快、更精确的数据采集。本机模拟量输入模块采用CS1W-AD081-V1,输入电流范围为4~20 mA。其压力传感器控制(A/D输入模块)接线图如图2所示:

1.1.4 模拟量输出模块

欧姆龙CS1系列模拟量输出模块可以实现精确的控制和外部显示。内置比例、过滤和报警功能的高性能单元,可以减少 PLC 编程的复杂性,所有的I/O单元提供了各通道间的隔离。本机模拟量输出模块采用CS1W-DA041,输出电压范围为0~10 V。其比例阀控制(D/A输出模块)接线图如图3所示:

1.1.5 开关量输入输出模块

本机使用4个开关量输入模块C200H-ID212,3个开关量

输出模块C200H-OC225。开关量输入模块主要接收开关量信号,如各种按钮、行程开关等。开关量输出模块主要输出开关量信号,控制执行元件,如电磁阀、继电器等。

1.1.6 通讯模块

串行通信板不仅不使用I/O插槽,而且增加了串行端口数,适合需要多个串行端口的系统。本机选择使用CS1W-SCB41-V1串行通讯板,上面带有RS-233C和RS-422A/485串行通信口,它们都支持通信协议宏功能。使用RS-422A/485串行通信口,可以实现1:N连接通用外部设备。

1.1.7 PLC 电源模块

对于以数字量为主的小型系统可以使用一个低成本的小容量电源单元。如果系统使用了大量的模拟量模块和控制通信单元,那么大容量的电源单元是必须的。本机选用的电源单元为C200HW-PA204S,电源单元的作用是为CPU提供工作电源,同时为开关量输入模块提供直流24 V电源,也可

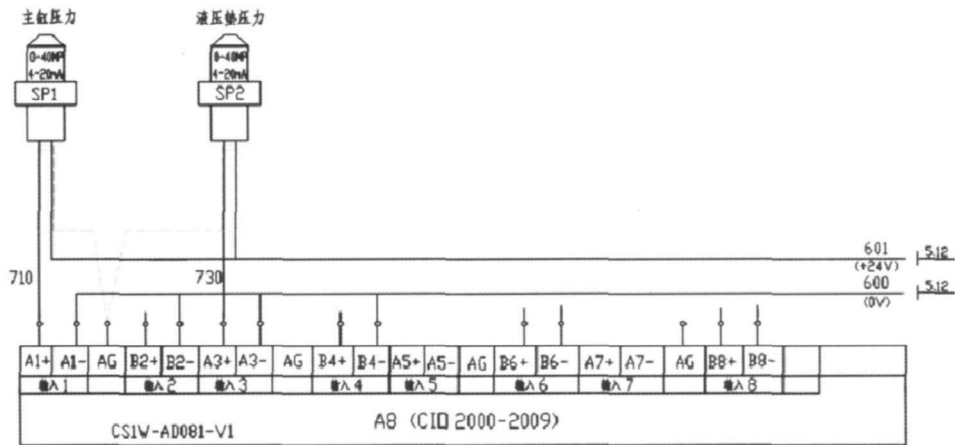
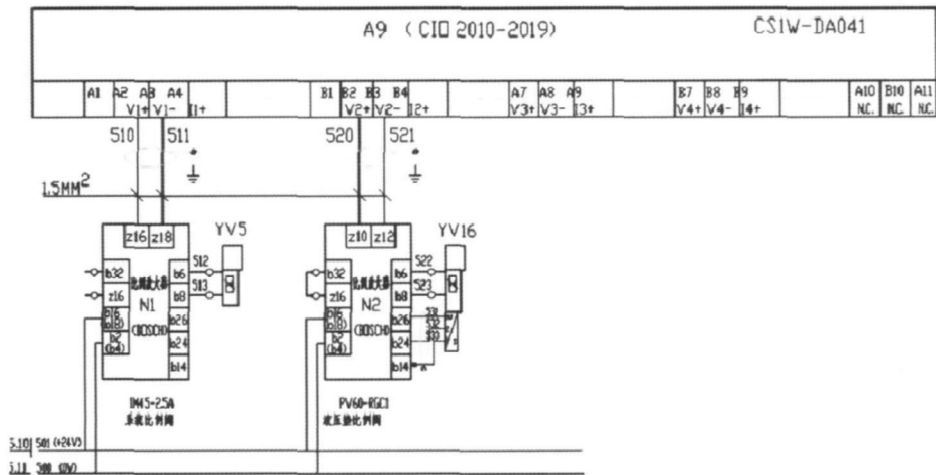


图2 压力传感器控制(A/D输入模块)接线图



为扩展模块上的I/O点以及一些特殊或智能模块供电。

1.2 控制系统介绍

本控制系统由PLC、触摸屏、压力传感器、光电编码器、比例压力阀及其它电器元件构成。PLC的开关量输入模块直接同电气发讯元件即按钮、行程开关等连接;开关量输出模块通过中间继电器去控制电磁阀;高速计数模块直接同光电编码器相连;模拟量输入模块直接同压力传感器相连;模拟量输出模块直接给比例放大器信号从而驱动控制比例压力阀^[2]。

同时本控制系统按照液压原理图、动作顺序表和用户提出的工艺要求,通过欧姆龙编程软件CX-Programmer编写程序输入到PLC的内存中去控制液压机工作。

液压机的自动控制系统要求能实现手动及半自动两种工作方式。液压机正常使用时,一般选择半自动工作方式。本机的基本工艺流程循环图如图4所示:

为了完成上述工艺动作,本机以先进的可编程序控制器(PLC)为控制中心,各种按钮、行程开关、传感器、触摸屏等输入元件都把信号传递给PLC,PLC按照已编制好的程序运

行并执行其结果,从而去控制各种输出元件,如电磁阀、时间继电器等。下面主要从触摸屏控制、主缸压力控制、滑块行程控制三方面来介绍一个简单的液压机PLC电气控制系统。

1.2.1 触摸屏控制

触摸屏又称触摸人机界面或图形操作介面GOT(Graphic Operation Terminal),它交互性好,编程简便灵活,与可编程序控制器PLC连接简便。因而触摸屏具有良好的性能价格比,在液压机的工控领域得到广泛应用,常用的是10.4寸屏。本机采用Omron触摸式工业显示屏NT631C-ST151(B),它在本机中可以实现如下功能:

(1)触摸屏作为人机对话窗口,调用图形库中图形,设定系统控制参数,与PLC通信实现控制输出的功能。画面如图5所示:

(2)利用触摸屏的“数字显示”功能,显示由传感器检测(PLC程序计算)的压力、行程等各种数据信息。在行程和调用时,可以直观、准确、方便地从画面上显示出来。画面如图6所示:

(3)利用屏中的报警画面,不仅可以将液压机的各种故

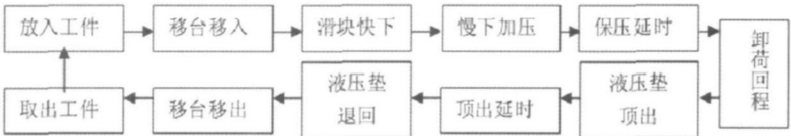


图4 液压机的工艺流程循环图

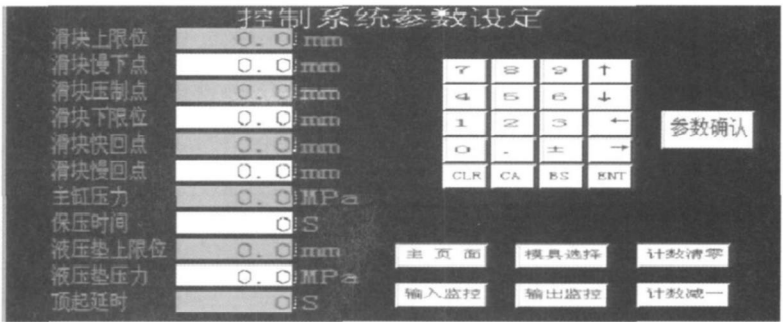


图5 系统控制参数设定画面

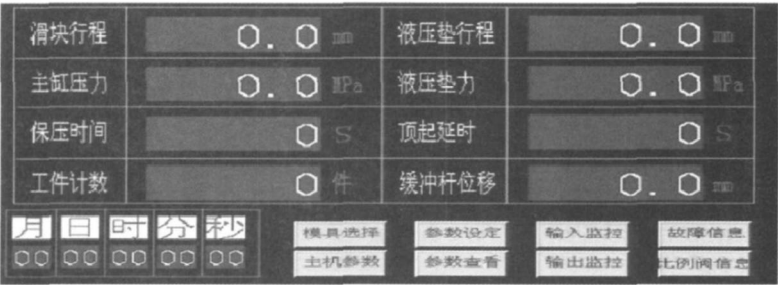


图6 系统数据信息显示画面

障信息自动弹出,而且可以显示故障原因,大大方便了用户的使用和维修。画面如图7所示:

1.2.2 主缸压力控制

本机采用压力传感器测量主缸压力,准确度远远高于压力表。其主缸压力控制是通过压力传感器同模拟量输入模块及模拟量输出模块相配合来检测和控制的^[2]。压力传感器检测到的数据信息经过模拟量输入模块转换后,送到PLC中由其程序运算处理判断,经过运算后的数据信息一方面送到模拟量输出模块中,经过其转换后送给比例放大器控制比例压力溢流阀;另一方面送往触摸屏,进行显示当前值。本系统在比例压力溢流阀控制压力的基础上实现了模拟量闭环控制,具体过程如下:

压力传感器不断地检测被控对象的调节量,由系统将其与设定值进行比较,产生控制量由执行器作用到被控对象上,这样做的目的是尽快地缩小这个差值,使反馈量等于或跟随设定值,设定值可以是常数或是变值。对于本台液压机,压力传感器用来检测主缸产生的压力,检测压力值与PT设定值比较后,经过PID调节,输出控制比例压力溢流阀,通过调节阀的开口改变压力的大小,使主缸实际压力跟随设定值^[3]。其闭环控制系统结构图如图8所示:

1.2.3 滑块行程控制

本机的滑块行程控制是通过光电编码器同高速计数模块相配合来协同实现的。测量元件选择增量型光电编码器,其精度为5000个脉冲/周。当光电编码器旋转一周,液压机的滑块行程为500 mm,也就是10个脉冲/1 mm,检测及显示精度为1个脉冲或0.1 mm^[2]。脉冲的个数与位移量成比例关系,因此通过对脉冲计数就能计算出滑块的位移。

滑块的位置检测,采用相对测量方式。原理为:将编码器与测量齿轮同轴连接后固定在滑块上,测量齿条呈竖直方向与液压机立柱紧固在一起。利用齿轮齿条的啮合作用,光电编码器将滑块的直线位移转化为角位移,输出相位差为90°的A、B两路数字脉冲信号,这些信号由高速计数模块接收并存入数据寄存器中,经PLC数据处理后,换算成滑块的实际行程^[4],并将其行程数据送触摸屏显示。

2 PLC 与 PT 通讯

本机的触摸屏与PLC通过自身的RS-422A串行通信口进行通讯,通信方式采用NT链接(1:N)方式。其链接方式结构图^[5]如图9所示:

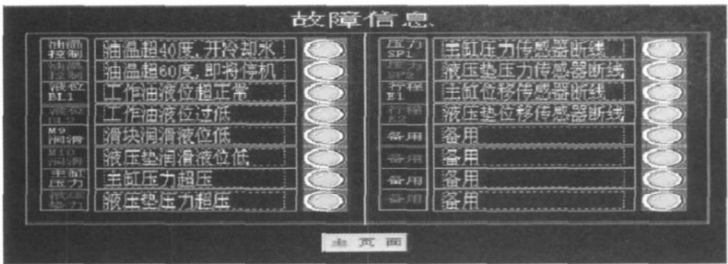


图7 系统故障信息显示画面

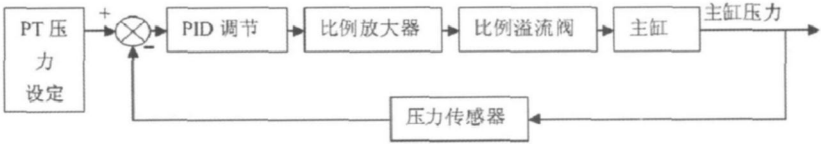


图8 PLC 闭环控制系统结构图



图9 PLC 和 PT 链接方式结构图

该通信方式不需要编制通讯软件,PT只需根据连接的PLC的运行条件进行设置。实现PLC与PT通信的具体操作方法如下:

在计算机上通过PT的组态软件NTST3.3C(Omron)设计各个控制及说明画面,然后通过计算机的RS-232C串行通讯口将屏幕画面下载到PT的内存中。在PT与PLC连接之前,用PLC编程软件CX-Programmer对PLC通讯口的通讯参数进行设置。当PT屏幕文件下载完成后,根据NT631C可编程终端操作手册设置PT相应通讯口的通讯参数,使之与PLC一致。两者的通讯参数设置完成后,用一根RS-422A通讯电缆把触摸屏和PLC的RS-422A串行通讯端口直接连接,在实现PT与PLC的通讯后,就可以进行实际的画面操作和数据交换,以便控制液压机的电气和液压系统。

3 系统电气联锁及保护

本机设有液位超正常位和液位下限指示,低油位与主机程序联锁,当液位超正常位指示灯亮时,应及时打开放油闸阀放油,当液位下限指示灯亮时,液压机停机。

本机设有“静止”、“急停”按钮,当“静止”按钮被按下,则PLC程序中断运行,所有输出置零;当“急停”按钮被按下,则控制电路断开,电机停止运行。

本机使用了空气开关、熔断器、接触器等电器元件,它们分别对电气设备实现过载保护、短路保护、失压保护。

4 总结

本文在比例压力溢流阀控制压力的基础上实现了模拟量输入输出闭环控制,改善了控制效果,提高了设备的可靠性。同时将PLC和PT联合使用,既简化了现场操作,又提供了良好的人机界面和完善的实时监控功能,使系统性能更加经济、安全、可靠,具有广阔的发展和应用前景。经实践使用表明,该系统性能稳定、操作方便、控制精确。

参考文献:

- [1] 赵顺东,洪秋媛.《触摸屏与PLC在工业控制中的设计与应用》[J].国外建材科技,2002,23(3):45-47.
- [2] 谭利红.《25/17MN双动厚板冲压液压机的电气控制系统》[J].锻压机械,2001,(2):19-21.
- [3] 曹宏强,马丽霞,刘卫华,等.《PLC在液压机控制系统改造中的应用》[J].锻压技术,2008.12,33(6):107-110.
- [4] 薛颂东,钦勇.《基于PLC的数据自动甄别技术》[J].电气自动化,2000,(2):60-62.
- [5] SYSMAC CS系列可编程控制器操作手册,Omron公司,2005.5.