

基于 PLC 的 PID 功能在恒压供水系统中的应用

山东省潍坊市潍坊学院自动化系 (261011) 马云峰 唐达宏

摘要 以变频调速恒压供水系统为例,简要介绍了 S7-200 系列 PLC 内置 PID 运算功能的应用。
关键词 PLC PID 调节 恒压供水

0 引言

与传统的恒速泵供水系统、水塔高位水箱供水系统和气压罐供水系统相比,变频调速恒压供水系统具有供水质量高、灵活性强、能耗少、电动机起制动平稳、无水锤效应、占地面积少、原材料消耗少等优点,从而获得了广泛应用。目前市场上变频调速恒压供水系统的控制部分大体上可分为 PLC 控制和单片机控制 2 种形式:前者用模拟电路,后者用单片机编程实现控制算法,不仅增加了硬件设计量和编程难度,而且因工艺、电磁干扰等原因,系统可靠性差。本文介绍一种逻辑控制部分及过程调节 PID 运算均由 PLC 完成的控制系统,硬件简单可靠,软件编程简单,成本低,实用性好。

SIMATIC S7-200 系列 PLC 是西门子子公司生产的具有高性价比的微型 PLC,具有结构小巧、运行速度快、价格低廉、多功能、多用途等特点。S7-200 系列中的 CPU215/216 具有 32 位浮点运算指令和内置 PID 调节运算指令等特殊功能,非常适合于变频调速恒压供水系统。

1 S7-200 PLC 的 PID 功能

S7-200 系列 PLC 中的 CPU215/216 提供了内置 PID 运算指令,使用中只需在 PLC 的内存中填写 1 张 PID 控制参数表(表 1),再执行指令:

PID Table, Loop
即可完成 PID 运算。其中操作数“Table”使用变量存储器 VB_n,用来指明控制参数表的表头字节;操作数“Loop”只可选择 0~7 的整数,表示本次 PID 闭环控

制所针对的环路编号(最多 8 路)。控制参数表中,编号为 2、4、5、6、7 的参数是固定不变的,可在 PLC 的主程序中设定;编号为 1、3、8、9 的参数具有实时性,必须在调用 PID 指令时才填入控制表格;编号为 3、8、9 的参数既是本次的输入(执行 PID 指令之前),又是本次的输出(执行 PID 指令之后),还是下次运算的输入。

2 控制系统的组成及工作过程

某大厦变频调速恒压供水系统组成如图 1 所示。主要由 1 台 S7-200 系列 PLC (CPU215/216) 为核心,配上 1 台普通型变频调速器及 3 台 7.5kW (1#、2#、3#) 和 1 台 2.2kW (4#) 的水泵机组和电气控制柜组成。变频器 1 次只能拖动 1 台水泵,其它水泵则处于工频工作或不

中点“梯形图”或“指令表”或“SFC”,选用户喜欢和熟练的编程语言即可将程序逐行输入。

如果程序是用梯形图语言编制的,则打开“工具”菜单点击“转换”项或打开“视图”菜单点击“指令表”项,接着打开“文件”菜单点击“另存为”项,在弹出的窗口中确定好路径及后缀为 PMW 的文件名,点击“确定”按钮,再在弹出的窗口中键入路径及文件名,点击“确认”按钮即可将文件存盘。如果此时想试运行程序,就将 PLC 的“RUN/STOP”开关置“STOP”位,然后打开“PLC”菜单点击“传送”→“写出”项,在弹出的窗口中选“范围设置”并根据程序的步数选好起始步和终止步,点击“确认”按钮,稍等片刻后将 PLC 的“RUN/STOP”开关置“RUN”位,此

时就可从 PLC 的输出指示灯中观察程序是否符合要求,是否正常运行。如果闪烁太快,可将原程序中定时器的参数变大,比如将“K10”变为“K12”;如果闪烁太慢,可将原程序中计时器的参数变小,比如将“K10”变为“K8”,当然这一切最好是在接上灯泡后根据现场目测的实际情况来修改。程序一旦修改合适,写入 PLC 后就可把专用电缆拔掉,将 PLC 放在现场方便的地方。图 2 为实际接线图,灯的物理位置可由用户根据实际需求自行安装,以便获得各种不同的装饰效果。若要成流动闪烁状,应将红绿黄蓝 4 种颜色的灯相间循环安装。

3 结束语

上面仅仅是 PLC 与 PC 机联机通信后应用一例,实际上在许多场合这种控制方式都非常方便,但如果一个小项目

偶然一用,投资上万元购置 PLC 和 PC 机,这显然太不经济了,只能是在已有

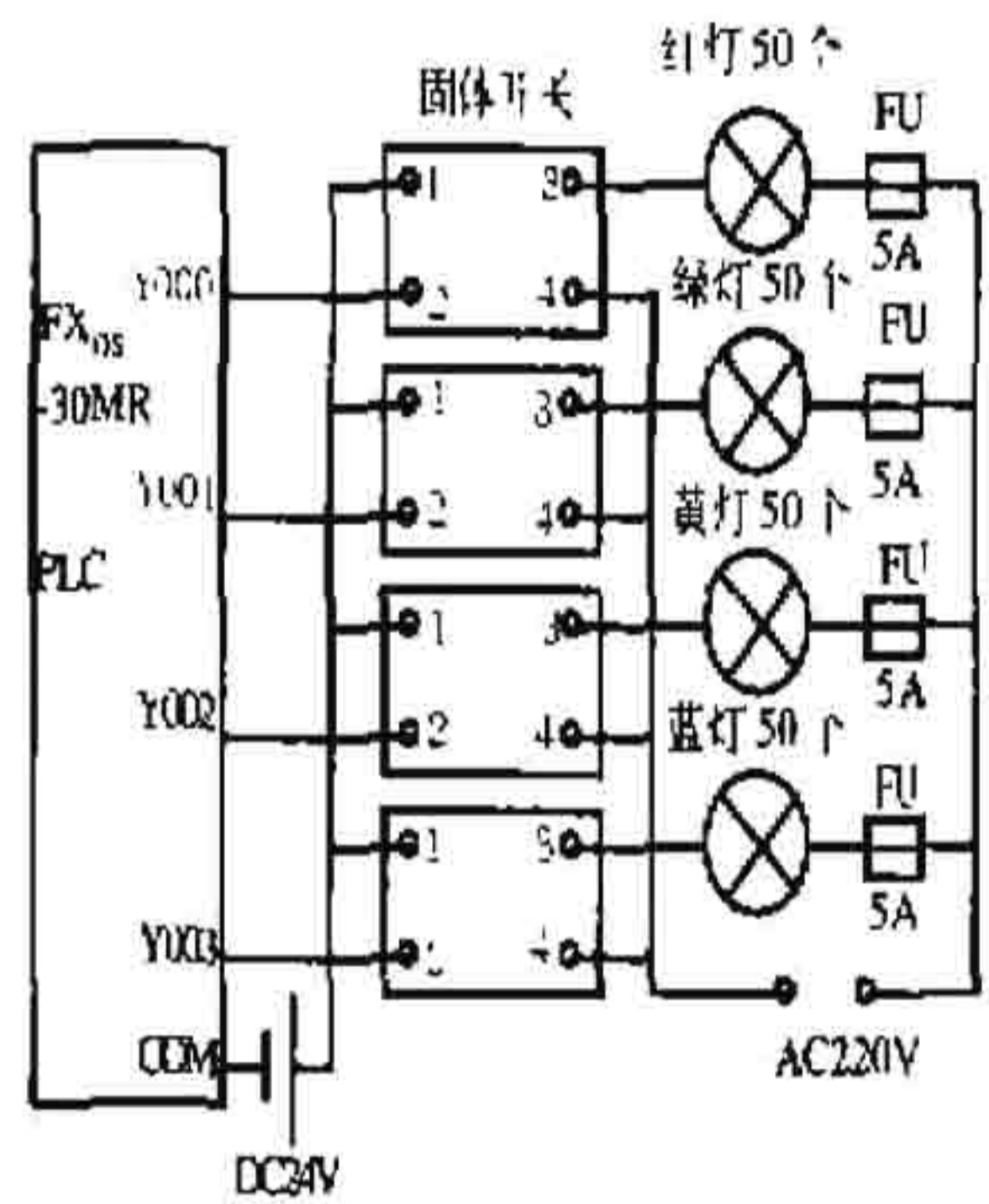


图 2 实际接线图

现成 PLC 的情况下,利用它的步进顺控、移位寄存器等实用功能,又便于和 PC 机联机,附带完成某些工作,当然若是大项目长期专用,采取这种控制方式将是最经济、最方便的。

工作状态,因此流量的调节范围只能为1台水泵的流量范围0~V;为达到系统流量能在3台水泵的总流量范围0~3V

2.2 PID 调节及电机的逻辑控制

恒压供水的闭环控制过程,是将

表1 PID 控制参数表

参数编号	地址偏移(字节)	变量名	变量类型	注释
1	+0	U ₁	In	调节量,即被控对象的输出量
2	+4	S ₁	In	给定量,即被控对象的给定输出量
3	+8	M ₁	In/Out	控制量,用于输出到被控对象
4	+12	K ₁	In	比例项增益,可正可负
5	+16	T ₁	In	采样时间,单位为秒,必须为正数
6	+20	T ₂	In	积分时间常数,单位为分,必须为正数
7	+24	T ₃	In	微分时间常数,单位为分,必须为正数
8	+28	N ₁	In/Out	累积偏移量,即累积误差
9	+32	PV ₁	In/Out	上次执行PID指令时的调节量

注 ①9个参数全部为32位的实数格式,共占36字节

②表中“变量类型”栏的 In/Out 应理解为相对于PID控制器而言的输入或输出

间无级调节,采用PLC内部运算判断,控制各泵的投入或撤出,实现在供水压力不变的情况下自动调节流量。系统在控制调节的同时,不断检测变频器故障、水泵电机故障等信号,出现异常情况时执行相应的动作并报警。

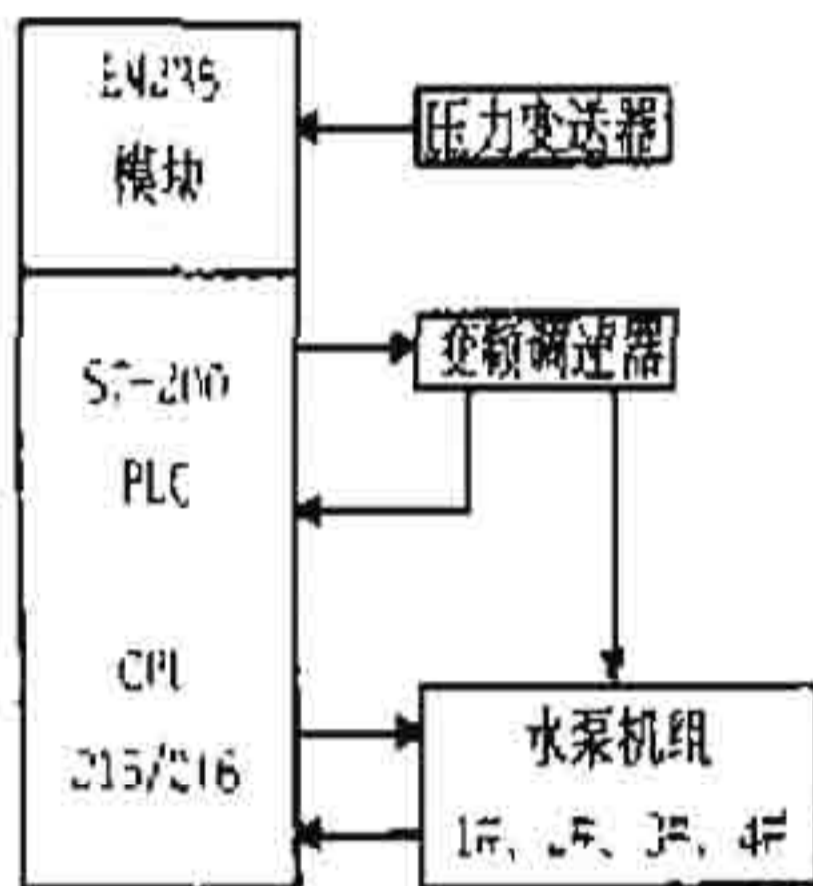


图1 变频调速恒压供水系统组成

2.1 压力信号检测及变频控制信号输出

根据供水系统的主管道口径和最大流量要求,选择相应压力范围的压力变送器。为实现被测信号的远距离传输,须选用电流输出型压力变送器。

系统选用一个与S7-200系列PLC配套的EM235扩展模块,实现被测压力信号的模拟量输入和变频控制信号的模拟量输出。一个EM235可同时扩展3路模拟量差动输入通道和1路模拟量输出通道,其输入通道中的A/D转换时间为25μs,分辨率为12位;输出通道中的D/A转换时间100μs,-10~10V电压输出的分辨率为12位,0~20mA电流输出的分辨率为11位。EM235的输入/输出均编程为0~20mA范围,将压力变送器的电流输出接入一个模拟输入通道,经PLC内部控制算法输出的0~20mA电流信号接变频器的输入,以实现变频控制。

压力变送器检测到的出口压力信息经EM235转换成数字信号送入PLC,与用户预设定的信号(正比于所要求的恒压值)进行比较处理后,通过PID调节运算,得到频率给定数字信号,再经EM235模块控制变频器的输出频率,从而控制水泵的转速和泵水量。

PID运算功能由上述的PLC内置专用指令实现,同时根据水泵机组的切换要求,由PLC实现变频器的起制动、故障处理和各种电气控制。电气控制单元由低压电器具体实现过载保护和通断电控制,变频器完成泵群的驱动。系统依据用水量变化随时调节水泵的转速和起停,从而调节供水量,使管网出口处的压力误差保持在一定范围之内。

2.3 供水压力的设定

S7-200的CPU215/216面板上有2个分辨率为1/200的可调节模拟电位器(编号分别为0和1)。在PLC内部分别用特殊标志寄存器SMB28和SMB29来存储与当前调节量对应的数字量。为实现供水压力的灵活设定,将模拟电位器作为压力设定输入量,在程序中通过读取相应寄存器获得压力设定值,以此为基准与实测值比较,然后进行恒压控制算法。

2.4 系统工作过程

本系统整个工作过程采用“先开先停,先停先开”的循环工作过程,使各水泵轮流休息及软起动。具体过程如下:开始时1#泵在PLC控制下先投入调速运行,其运行速度由变频器调节,当供水压力小于设定值时变频器输出频率升高,水泵速度上升,反之下降。当

变频器的输出频率达到50Hz时,如果此时供水压力仍未达到设定要求,则在PLC的逻辑控制下1#泵切换到工频运行状态,2#泵投入调速运行,依此类推。当供水压力大于设定值时,变频器输出频率降低,水泵速度下降,当变频器的输出频率低于设定的下限频率(20Hz)时,先起动运行的水泵停机休息。如果在晚间用水量不多时,当最后一台正在运行的水泵处于低速运行时,供水压力仍大于设定值,则停机并起动4#水泵(小泵)投入运行,从而达到节能的效果。

3 结束语

应用S7-200系列PLC的PID功能,配合EM235模拟量输入/输出扩展模块和1台普通型变频调速器,只要加载少量的电气开关便可实现恒压供水控制,其硬件设计量小、编程简单、调试方便、可靠性高,有一定的推广应用价值。

参考文献

- 1 SIMATIC S7-200 Programmable Controller System Manual, SIEMENS, 1998
- 2 高正中, 姚福强, GK-全自动变频恒压供水控制器[J], 电子技术, 1998(9)
- 3 常易康, 陈保农, 双通道差分电路在变频调速供水系统中的应用[J], 电子技术应用, 1998(5)

SIMATIC S7-300

常见问题

常见问题: 在S7-300 PLC中, 每个通道组有两个物理输入点, 那么没有用的通道可能会影响整个通道组另一个通道的性能, 特别是1#、2#通道的信号。