

# 基于 S7-200 的变频调速恒压供水系统

石玉明 谭立新

(湖南信息职业技术学院 长沙 410200)

**摘要:** 阐述了采用可编程控制器 (PLC) 控制的自动变频调速恒压供水系统, 简要说明了 S7-200PLC 在本系统中的应用以及系统控制过程的工作原理, 其中包括 I/O 口的分配、确定 I/O 点数、设计绘制系统控制电路图及软件功能图等几个环节。

**关键词:** S7-200PLC ; 变频调速; 恒压供水

**中图分类号:** TP271+.31 **文献标识码:** B

**Transducer Technology in Constant Pressure Water-Suppling System Base On S7-200**

SHI Yu-ming, Tan Li-xin

(Hunan College of Information Chang- sha 410200)

**Abstract:** Introduced the automatic transducer technology of the constant pressure water-suppling system by the programmable controller (PLC), briefly analyzed the application of S7-200 and the principle of process control in the system, including I/O port distribution, check the number of I/O , design and mapping the control circuit map and software function chart .

**Keywords:** S7-200PLC; T ransducer technology; Constant pressure water supply

## 0 引言

在供水系统中, 当用水量需要变化时, 传统的调节方法是通过人工改变阀门的开度来调整, 这种情况往往会造成用水高峰期时供水压力不足, 用水低峰期时供水压力过高, 不仅十分浪费能源而且存在事故隐患 (例如压力过高容易造成爆管事故)。因此在一些用水量变化大, 水压控制要求高, 而流量完全由用户决定的供水系统, 采用可编程控制器 (PLC) 控制的自动变频调速恒压供水系统则显得尤为重要, 因为它的控制装置采用 PLC 控制, PLC 不仅可实现泵组、阀门的逻辑控制, 并可以完成系统的数字 PID 调节功能, 可对系统中各种运行参数, 控制点实时监控, 并完成系统运行工况的 CRT 画面显示、故障报警功能等。另外, PLC 控制的自动恒压供水系统还具有标准的通讯接口, 可与城市供水系统上位机进行联网, 实现城区供水系统的优化控制, 为城市供水系统提供了现代化的调度、管理、监控及经济运行的手段。

## 1 恒压供水系统结构

恒压供水系统原理主要采用电机调速装置控制泵的转速, 并自动调整泵的运行台数, 完成供水压力的闭环控制, 在管网流量变化时达到稳定供水压力和节能的目的。

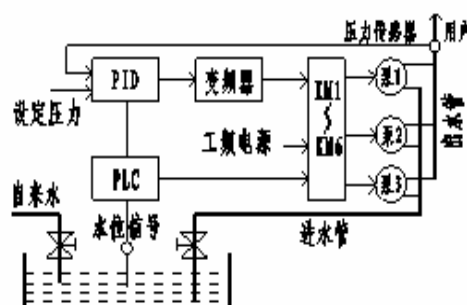


图 1 变频调速恒压供水系统图

图 1 是变频调速恒压供水系统图, 该系统主要由 3 台水泵、1 台变频器、1 台 PLC、模拟量输入/输出单元以及线性压力传感器等组成。其中 PLC、模拟量输入/输出单元和压力传感器组成闭环反馈控制系统。PLC 控制各台水泵的运行状态 (如工频运行、变频运行及停止

等), 从而控制水泵的运行台数, 在大范围上控制供水的流量; PLC 内部 PID 调节器控制变频器对变频泵进行速度调节, 在小范围上控制供水的流量。水泵的速度调节采用变频调速技术, 利用变频器对水泵进行速度控制, 采用“一变多定”的控制方式, 并根据模拟量输入/输出模块输出的电流信号驱动变频水泵。

## 2 系统硬件设计

### 2.1 PLC 选型及 I/O 地址分配

从上面的分析可以知道, 系统共需开关量输入点 10 个, 开关量输出点 8 个, 根据系统控制要求, 参照 PLC 产品目录及市场实际价格, 拟选用西门子 S7-200 主机为 CPU224 型 (14 输入/10 继电器输出) PLC。同时还加上一个扩展模块 EM235 作为模拟量输入/输出单元。输入/输出信号地址分配如表 1。

表 1 输入/输出信号地址分配表

输入			输出		
作用	名称	地址	作用	名称	地址
变频器故障	FA	I0.0	泵 1 变频	KM1	Q0.0
泵 1 过载	FR1	I0.1	泵 1 工频	KM2	Q0.1
泵 1 停止	SA1	I0.2	泵 2 变频	KM3	Q0.2
泵 2 过载	FR2	I0.3	泵 2 工频	KM4	Q0.3
泵 2 停止	SA2	I0.4	泵 3 变频	KM5	Q0.4
泵 3 过载	FR3	I0.5	泵 3 工频	KM6	Q0.5
泵 3 停止	SA3	I0.6	变频器工作	KM7	Q0.6
启动变频器	SA7	I0.7	变频器复位		Q0.7
水位上限	SH	I1.0			
水位下限	SL	I1.1			

### 2.2 PLC 控制电路的设计

恒压供水系统控制电路要求具有以下功能。

1) 根据用水量的大小, 由 PLC、变频器控制 3 台水泵自动进入或退出运行状态, 或者由现场人工控制启停。

2) 系统根据总管道的压力变化, 自动调节变频器运行频率, 自动改变投入系统运行的台数, 以跟踪设定压力。

3) 系统有停电/正常切换功能, 当控制部分停电时, 可通过变频器面板及现场启停按钮来控制系统运行以维持水压恒定。

4) 在监控室设有变频运行、故障指示和现场电机电流指示信号。

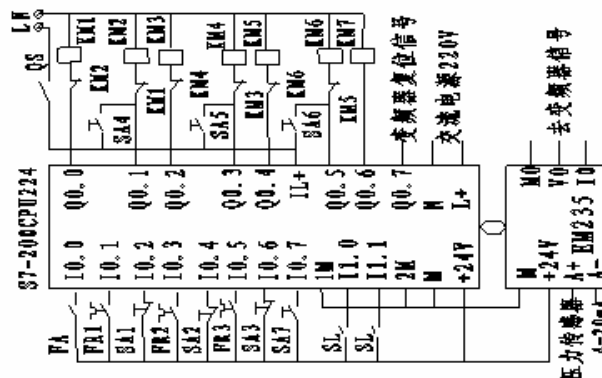


图 2 PLC 控制电路图

系统的 PLC 控制电路如图 2 所示, 其中交流接触器 KM1、KM3、KM5 分别控制 1#泵、2#泵、3#泵的变频运行, 而 KM2、KM4、KM6 则分别控制 1#泵、2#泵、3#泵的工频运行, KM7

控制变频器工作，KA 为自来水阀门电磁阀。SA1、SA2、SA3 分别为 3 台水泵的停止开关，SA4、SA5、SA6 分别为 3 台水泵的手动起停操作开关。SL 为水位下限开关，SH 为水位上限开关。FR1、FR2、FR3 分别为 3 台水泵的过载保护，FA 为变频器保护。

### 3 软件设计与分析

对于一个自动控制系统来说，硬件是基础，软件是灵魂。软件已经成为计算机系统的主体，在很大程度上决定了系统的先进性、可靠性、实用性以及实时性。图 3 是恒压供水系统 PLC 功能框图。

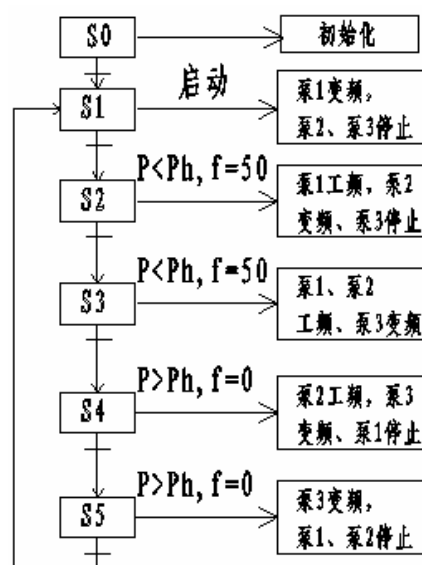


图 3 PLC 功能图

#### 3.1 手动、自动和停水操作模式。

##### 1) 手动运行

按下按钮启动或停止水泵，可根据需要分别控制 1#-3#泵的启停。该方式主要供检修及变频器故障时用，正常情况下系统工作在自动模式。

##### 2) 自动运行

合上自动开关后，系统投入自动运行，首先启动 1#泵并对其进行变频操作，变频器输出频率从 0Hz 上升，同时 PID 调节程序将接受到自压力传感器的标准信号，经运算与给定压力参数进行比较，将调节参数送给变频器，随着用水量的不断增加，变频器的输出频率将不断增大，直至到 50Hz 以后，压力传感器压力还未达到设定压力，此时系统将把 1#泵切为工频运行，并启动 2#泵进行变频操作。当 2#泵的工作频率达到 50Hz 以后，压力传感器压力仍未达到设定压力时，系统将再把 2#泵切入工频电网直接运行，并启动 3#泵进行变频操作，直至压力传感器达到设定压力以后，变频泵的工作频率将不再增加。并根据用水量的大小按照 PID 算法进行恒压调节。当用水量减少时，变频泵的工作频率将自动减小。当减小到一定程度时，此时压力传感器压力还高于设定压力时，系统将依次停止最先启动的水泵，以待用水量增大到一定程度时再启动并进行变频操作。以后系统将根据用水量的不断变化，对 3 台水泵进行不断地启动、变频、工频、停止等循环操作，使系统的供水压力将始终稳定在所设定的压力上。

##### 3) 停水模式

当系统出现故障时会自动停机，不论水泵过载还是水池没水，都会做出相应的保护并发出报警信号，不至于系统损坏。

### 3.2 控制原理

通过安装在出水管网上的压力传感器，把出口的压力信号变成 4-20mA 的标准信号送入 PLC 模拟量输入端口进行 PID 调节，经运算与给定压力参数进行比较，得出一调节参数，送给变频器，由变频器控制水泵的转速，调节系统供水量，使供水系统管网中的压力保持在给定压力下，当用水量超过一台泵的供水量时，根据用水量的大小由 PLC 控制工作泵数量的增减及变频器对水泵的调速，实现恒压供水。当供水负载变化时，输入电机的电压和频率也随之变化，这样就构成了以设定压力为基准的闭环控制系统（如图 4 所示）。此外，系统还设有多种保护功能，尤其是硬件与软件备用水泵功能，充分保证了水泵的及时维修和系统的正常供水。

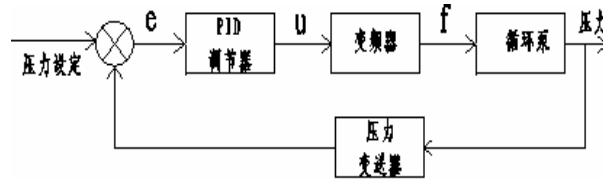


图 4 变频器 PID 调节控制图

### 3.3 切泵工作过程

开始时，若 1#泵变频启动，转速从 0 开始随频率上升，如变频器频率达到 50HZ 而此时水压还在下限值，延时一段时间（避免由于干扰而引起的误动作）后，1#泵切换为工频运行，同时变频器频率由 50HZ 下降至 0HZ，2#泵变频启动，如水压仍不满足，则会启动 3#泵。同样，切泵时，假设 3 台水泵都在运行，当 3#泵变频运行降到 0HZ 时水压仍处于上限值，则延时一段时间后使 1#泵停止，变频器频率从 0HZ 迅速上升，若此时水压仍处于上限值，则延时一段时间后使 2#泵停止。这样的切泵过程，有效的减少了泵的频繁启停，同时在实际管网对水压波动做出反应之前，由于变频器迅速调节，使水压平稳过渡，从而有效的避免了高楼用户短时间停水的情况发生。

## 4 结束语

目前各大中型企业的供水系统控制设备普遍比较落后，自动化程度低，如能采用高性能的变频调速器和高可靠性的可编程控制器构成的恒压供水自动控制系统，即能实现水压恒定控制，又能降低成本，还能消除容易由水箱、水塔引起的二次污染。因此，正由于该系统节能效果显著，结构简单，运行可靠，调整方便，恒压供水质量高，对改进水厂控制系统具有较大的推广应用价值。

本文作者创新点：该系统应用了电气自动控制与 PLC 控制技术，变频调速技术，自动闭环控制，电机拖动与控制，是一个面对工程实际，具体将电气方面的专业知识应用于实践中的典型综合性项目。

### 参考文献：

- [1] 孙平编着，《可编程控制器原理及应用》，高等教育出版社 2003. 1
- [2] 西门子（中国）有限公司. SIMATIC S7-200 可编过程控制器系统手册，2002.
- [3] 丁芳等，智能 PID 算法在液位控制系统中的应用[J]，微计算机信息，2006. 6-1: 103-105
- [4] 王永华编着，《现代电气及可编程控制技术》，北京航空航天大学出版社 2002. 9
- [5] 程周编着，《可编程控制器原理与应用》，高等教育出版社 2003. 4
- [6] 李良仁、王兆晶、汪临伟编着，《变频调速技术与应用》，电子工业出版社 2004. 12
- [7] 中国自动化网 [www.Ca800.com](http://www.Ca800.com)

[基金项目] 湖南省职业技术教育培训课题《以就业为导向电气自动化技术专业教学模式改革》(项目编号: HNLDT-2005019)

作者简介: 石玉明(1973-), 男, 湖南长沙人, 高级技师, 研究方向: 电气工程理论与应用。  
谭立新(1972-), 男, 湖南长沙人, 副教授, 硕士, 研究方向: 计算机控制技术及应用。

Biography: Shi Yuming(1973-), male, from Changsha, Senior technician, Main research fields: Electrical engineering theory and applications; Tan Lixin(1972-), male, from Changsha, Adjunct professor, master, Main research fields: Computer control and applications.

通信地址: 湖南信息职业技术学院基础实验中心 邮编: 410200

E-mail: shiyuming@mail.hniu.cn