

文章编号:1004-1478(2011)01-0062-04

# 基于 PLC 控制的恒压变频调速 供水系统设计与仿真

姜素霞, 闫艳霞, 杨小亮

(郑州轻工业学院 电气信息工程学院, 河南 郑州 450002)

**摘要:**针对城市智能楼宇建筑生活及消防供水系统需求,利用 PLC、变频器和 PID 调节器构建交流双恒压双变频闭环调速控制系统。该系统根据供水系统出口处的水压和流量,利用 PLC 控制变频/工频及电动机机组的速度和切换,实现了闭环自动调节恒压变量供水。利用 MCGS 组态软件对该系统进行模拟调试,运行结果表明:该系统可靠性高、扩展性好,动态响应速度快,启动时压力波动小。

**关键词:**PLC;变频调速;恒压供水;PID 控制

**中图分类号:**TP23

**文献标志码:**A

## Constant pressure water supply system design and simulation based on PLC control

JIANG Su-xia, YAN Yan-xia, YANG Xiao-liang

(College of Electr. and Infor. Eng., Zhengzhou Univ. of Light Ind., Zhengzhou 450002, China)

**Abstract:** For the need to build an intelligent building life and fire water supply system, a design was proposed, which was composed of PLC, frequency converter and PID regulator and could achieve AC dual-constant-pressure, dual-frequency-convert close-loop speed governing control. According to water-out pressure and flow rate, the system can provide constant pressure alternating quantity water supply by controlling the speed of motor unit and switchover from variable frequency to power-frequency. Simulation of the above system in MCGS showed that the system has pressure stability, simple structure and good reliability.

**Key words:** PLC; VVVF; constant pressure water supply; PID control

## 0 引言

随着现代智能楼宇建筑的发展,人们对供水质量和供水系统可靠性的要求不断提高。加之目前能源紧缺,利用先进的自动化技术、控制技术和通信

技术,设计节能的、适应不同领域的高性能恒压供水系统成为必然趋势<sup>[1]</sup>。

变频恒压供水系统集变频技术、电气技术、现代控制技术于一体,能够提高供水系统的稳定性和可靠性,并易于实现供水系统的集中管理与监控。

收稿日期:2010-11-07

基金项目:河南省科技厅科技攻关项目(102102210141)

作者简介:姜素霞(1980—),女,河南省扶沟县人,郑州轻工业学院讲师,硕士,主要研究方向为控制理论与应用、电能质量分析。

此外,它还具有良好的节能性,这在能源日益紧缺的今天尤为重要.因此,研究变频恒压供水系统对提高工业生产效率、改善居民生活水平、降低能耗等方面具有重要意义<sup>[2-3]</sup>.文献[4]针对城市公用供水管网水压浮动大的问题,设计了以PLC控制为核心的变频调速恒压供水系统;文献[5]为解决日常居民生活供水水压波动问题,根据管网压力自动调节供水量,实现恒压供水.但上述方法仍存在成本较高,供水压力不稳定等问题.鉴于此,本文拟利用PLC控制变频-工频切换,经PID运算进行压力调节,设计生活/消防双恒压双变频闭环供水自动控制系统,并利用MCGS工控组态软件对系统进行模拟调试.

### 1 供水系统方案设计

本文设计的恒压变频供水系统由西门子S7-200CPU222PLC(增加扩展模块EM222和EM235),日本安川变频器CIMR-P5A45P5,压力传感器,3台水泵以及若干辅助部件构成,其结构如图1所示<sup>[6]</sup>.

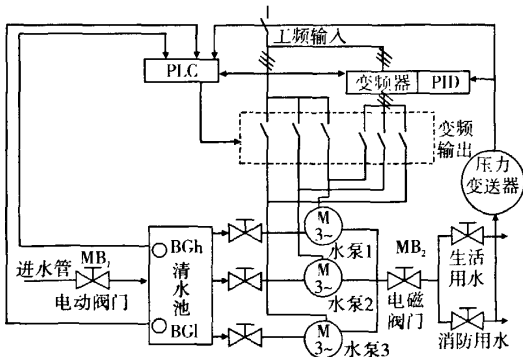


图1 恒压变频供水系统结构

该供水系统的工作原理为:来自城市自来水管网的进水通过电磁阀MB<sub>1</sub>,由高低水位线控制自动注水,同时储水池的高/低水位信号直接送PLC,当出现低水位信号时产生报警信号.电磁阀MB<sub>2</sub>用来控制生活/消防用水:当电磁阀处于失电状态时,消防管网关闭,3台水泵根据生活用水量,按一定的控制逻辑运行,使生活供水在低恒压值下进行;当火灾发生时,电磁阀MB<sub>2</sub>得电,关闭生活用水管网,3台水泵使消防供水在高恒压值下进行,火灾消除后3台水泵重新改为生活供水使用.其控制原理如图2所示.

3台水泵中,每台泵的出水管均装有手动阀,供

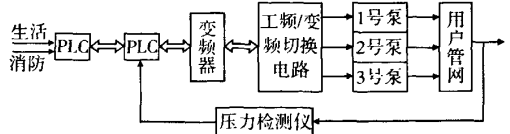


图2 恒压变频供水系统控制原理框图

维修和调节水量之用.压力检测仪选用YTZ-150型带电接点式压力传感器,用于检测管网中的水压.当用水量小时,水压降低;用水量小时,水压升高.压力检测仪可将0~1MPa范围内的压力变化转换为0~10V的电压信号送给PID调节器,将该信号与PLC输出的给定压力信号进行比较,通过PID调节得出调节参数,送给变频器.变频器用于控制变频/变频切换电路和水泵转速,实时调节系统的供水量,使用户供水管网压力保持在给定压力值.根据用户用水量的大小,通过PLC控制器调节水泵数量及变频器对水泵的调速,即可实现恒压供水.当供水负载发生变化时,输入电机的电压和频率也随之变化,这样就构成了以压力设定值为基准的双恒压双变频闭环调速控制系统<sup>[1]</sup>.

### 2 系统硬件电路设计

电控系统控制电路如图3所示.其中SF为手动/自动转换开关,1为手动控制状态,2为自动控制状态.手动运行时,按钮SF<sub>1</sub>-SF<sub>8</sub>控制3台泵的启/停和电磁阀MB<sub>2</sub>的通/断;自动运行时,系统通过PLC程序进行控制.图中PC<sub>10</sub>为自动运行状态电源指示灯.由于PLC为4个输出点共用1个COM端,而该系统没有多余的COM端输出组,因此通过一个中间继电器KF的触点对变频器进行复位控制即可.图中Q<sub>0.0</sub>-Q<sub>0.5</sub>及Q<sub>1.0</sub>-Q<sub>1.5</sub>为PLC输出继电器触点,而4,6,8等数字为接线编号<sup>[5]</sup>.

### 3 PLC控制程序设计

本系统自动控制功能主要通过PLC软件编程实现.程序控制可分为3部分,即主程序、子程序和中断程序.主程序主要完成水泵切换信号的生成、泵组接触器逻辑控制信号的综合以及报警处理功能<sup>[6]</sup>.流程图如图4所示.

在程序编写时可设置多个保护环节,实时监测系统状态、安全报警等.硬件方面可设置安全链机械保护,经多个闭合触点组成,包括紧急停车、压力

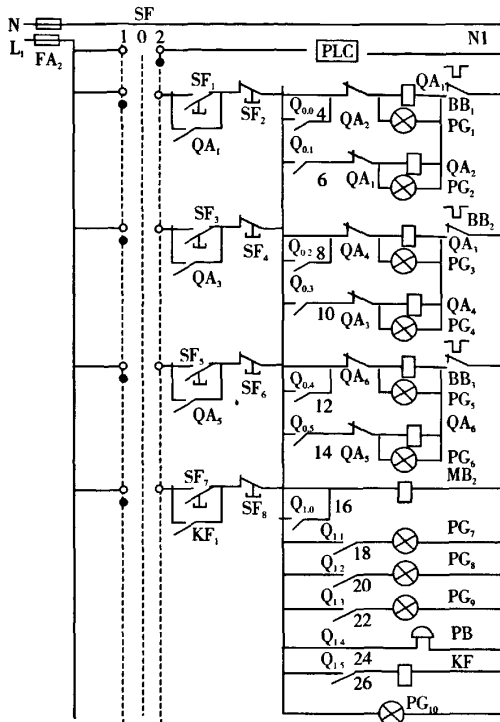


图3 电控系统控制电路图

Windows 平台上运行,通过对现场数据的采集处理,以动画显示、报警处理、流程控制和报表输出等多种方式向用户提供解决实际工程问题的方案,在工业 PLC 控制领域有着广泛应用<sup>[7-8]</sup>。

### 4.1 定义数据对象

实时数据库是 MCGS 工程的数据交换和数据处理中心,数据对象是构成实时数据库的基本单元,建立实时数据库的过程即为定义数据对象的过程。图 5 所示为数据对象“水泵”的参数设置过程。

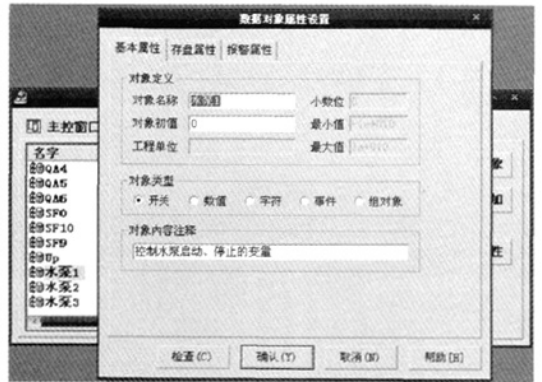


图5 水泵数据对象设置过程

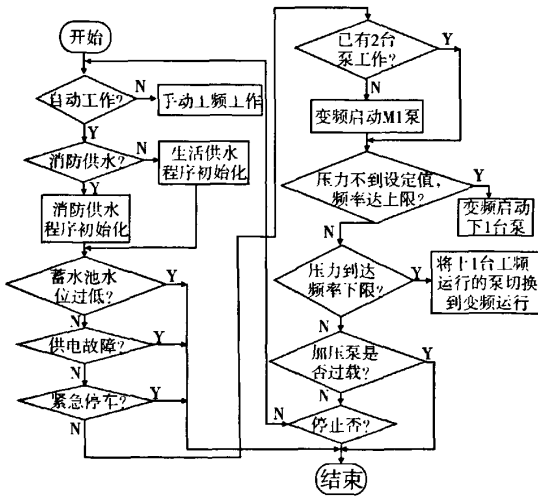


图4 主程序流程图

超上下限开关、水位超上下限开关、电机过热保护继电器、空载保护等。

## 4 组态软件仿真

本文采用通用监控系统 (monitor and control generated system, MCGS) 工控组态软件对系统进行模拟调试,该软件能够在基于 Microsoft 的各种 32 b

### 4.2 简单界面编辑及监控界面生成

选中“变频恒压供水系统”窗口图标,单击“动画组态”,进入动画组态窗口,开始编辑画面。在对象元件库管理对话框中找到所需元件,即可组成图 6 所示的变频恒压供水系统的监控界面。

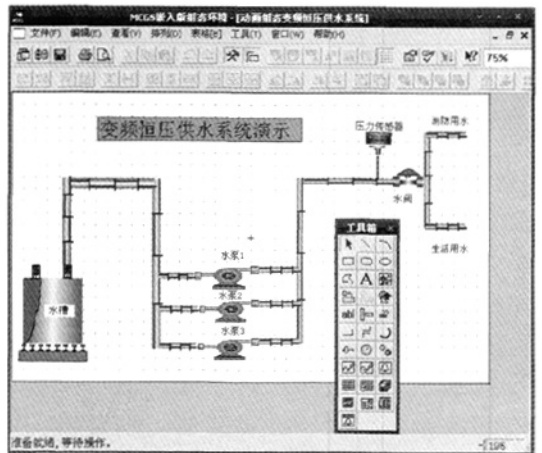


图6 变频恒压供水系统监控界面

### 4.3 建立 MCGS 与 PLC 的连接

MCGS 通过上位机中的串行口设备和 PLC 上的通信单元 (编程口) 建立串行通信连接,从而达到操

作 PLC 设备的目的. 该系统 MCGS 通过监控计算机的 RS-232 串行口读取 PLC 存储区的数据, 与 PLC 建立连接.

## 5 结论

本文以 PLC 和变频器为核心, 设计了城市智能楼宇建筑的恒压变频供水系统. 该系统利用 PLC 强大灵活的控制功能和内置 PID 及变频器的优良变频调速性能, 实现了双恒压双变频闭环调速供水. 仿真运行结果表明: 该恒压变频供水系统可靠性高、扩展性好、节能效果明显, 动态响应速度快, 启动时压力波动小, 有推广价值.

### 参考文献:

[1] 马建伦, 陈志强. 变频调速在自来水厂控制系统的应

(上接第 61 页)

方位轴为  $40^\circ/\text{s}$ . 转动最大角加速度: 俯仰轴为  $300^\circ/\text{s}^2$ , 方位轴为  $500^\circ/\text{s}^2$ . 最小角速度: 位置方式为  $0.05^\circ/\text{s}$ , 速度方式为  $0.01^\circ/\text{s}$ .

## 5 结语

本文设计的以 STC12C5410AD 为核心的目标模拟转台伺服系统, 简化了电路, 降低了成本, 减少了体积, 提高了系统的稳定性和可靠性. 仿真和调试结果表明, 该系统具有良好的加减速、定位、起停控制能力, 能够更好、更真实地模拟导弹导引头的飞行状态.

### 参考文献:

[1] 吴艳敏, 关英姿, 邓玮. 基于 DSP 的导弹目标模拟转台

用[J]. 中国仪器仪表, 2009(12):81.

- [2] 王永华. 现代电气控制及 PLC 应用技术[M]. 北京: 北京航空航天大学出版社, 2003.
- [3] 周万珍, 高鸿斌. PLC 分析与设计应用[M]. 北京: 电子工业出版社, 2004:186-188.
- [4] 张美英, 屈非. 基于 PLC 的双恒压供水控制系统设计[M]. 机电产品开发与创新, 2006, 19(6):149.
- [5] 路野, 周朝晖. 基于 PLC 和变频调速的恒压供水系统设计[J]. 计算机与数字工程, 2009, 37(1):163.
- [6] 折增慧. 基于 PLC 控制的城市恒压供水[D]. 天津: 天津大学, 2008:17-20.
- [7] 闵绚, 谭思云, 陈敏. 基于 PLC 的变频恒压供水系统研究[J]. 仪表技术, 2009(9):47.
- [8] 何伟雄. 采用组态软件及 PLC 程序控制的恒压供水控制系统[J]. 机电工程技术, 2008, 37(6):86

控制系统设计实现[J]. 机电工程技术, 2008(9):85.

- [2] 刘凤芹, 张国玉, 王凌云, 等. 基于单片机的两轴转台控制系统[J]. 长春理工大学学报: 自然科学版, 2008, 31(4):87.
- [3] 黄令龙, 郭阳宽, 蒋培军, 等. 高精度伺服转台控制系统的设计[J]. 清华大学学报: 自然科学版, 2004, 44(8):1054.
- [4] 王俊杰, 顾冬华. 基于 STC12C5410AD 单片机的单相电参数测量仪设计[J]. 郑州轻工业学院学报: 自然科学版, 2010, 25(1):57.
- [5] 吴艳敏. 导弹目标模拟转台控制系统研究[D]. 哈尔滨: 哈尔滨工业大学, 2006.
- [6] 张丽, 李春茂, 刘涛, 等. 基于 MSP430 单片机的智能称重控制系统[J]. 电气应用, 2009, 28(2):52.

# 基于PLC控制的恒压变频调速供水系统设计与仿真

作者: [姜素霞](#), [闫艳霞](#), [杨小亮](#), [JIANG Su-xia](#), [YAN Yan-xia](#), [YANG Xiao-liang](#)  
作者单位: [郑州轻工业学院, 电气信息工程学院, 河南, 郑州, 450002](#)  
刊名: [郑州轻工业学院学报 \(自然科学版\)](#) ISTIC  
英文刊名: [JOURNAL OF ZHENGZHOU UNIVERSITY OF LIGHT INDUSTRY \(NATURAL SCIENCE EDITION\)](#)  
年, 卷(期): 2011, 26(1)  
被引用次数: 6次

## 参考文献(8条)

1. [马建伦, 陈志强](#) [变频调速在自来水厂控制系统的应用](#) [期刊论文]-[中国仪器仪表](#) 2009(12)
2. [王永华](#) [现代电气控制及PLC应用技术](#) 2003
3. [周万珍; 高鸿斌](#) [PLC分析与设计应用](#) 2004
4. [张美英, 屈飞](#) [基于PLC的双恒压供水控制系统设计](#) [期刊论文]-[机电产品开发与创新](#) 2006(6)
5. [路野, 周朝晖](#) [基于PLC和变频调速的恒压供水系统设计](#) [期刊论文]-[计算机与数字工程](#) 2009(1)
6. [祈增慧](#) [基于PLC控制的城市恒压供水](#) 2008
7. [闵绚, 谭思云, 陈敏](#) [基于PLC的变频恒压供水系统研究](#) [期刊论文]-[仪表技术](#) 2009(9)
8. [何伟雄](#) [采用组态软件及PLC程序控制的恒压供水控制系统](#) [期刊论文]-[机电工程技术](#) 2008(6)

## 引证文献(5条)

1. [夏兴国, 潘小波](#) [基于PLC和变频器的恒压变频供水系统的改造与设计](#) [期刊论文]-[廊坊师范学院学报 \(自然科学版\)](#) 2014(01)
2. [刘彦齐](#) [基于PLC控制的城市变频恒压供水系统设计](#) [期刊论文]-[通讯世界](#) 2013(12)
3. [贾军](#) [恒压变频控制设备在消防水灭火系统中的应用](#) [期刊论文]-[武警学院学报](#) 2012(12)
4. [李倩倩, 李松高](#) [恒压变频控制在冻结站盐水循环系统中的应用](#) [期刊论文]-[黑龙江科技信息](#) 2014(09)
5. [马守东, 马毓](#) [PLC测控系统下的计算机仿真平台](#) [期刊论文]-[实验室研究与探索](#) 2015(05)

引用本文格式: [姜素霞, 闫艳霞, 杨小亮, JIANG Su-xia, YAN Yan-xia, YANG Xiao-liang](#) [基于PLC控制的恒压变频调速供水系统设计与仿真](#) [期刊论文]-[郑州轻工业学院学报 \(自然科学版\)](#) 2011(1)