

# 台达变频器在水厂恒压供水中的应用

## Application of Tai Da Inverter on C.P. Water Supply

珠海水务集团有限公司斗门分公司 吴学志 杨江华

Wu Xuezhi Yang Jianghua

**摘要：**本文主要讲述基于变频器PID控制下恒压供水系统水厂自动化控制实例中的应用。本案例，我们充分利用变频器的节能调压能力，以变频器内置PID控制算法为核心，以现代先进PLC网络技术为平台，实现水厂恒压供水智能远程监控，为水厂泵站的稳定、节能、安全运行奠定基础。

**关键词：**变频器 PID控制 恒压供水

**Abstract:** This article described application Of PID control based on frequency converter under constant pressure water supply system automation control. This case, we use the frequency converter energy saving surge capacity, with frequency converter built-in PID control algorithm is as the core, with modern advanced PLC network technology as the platform, realize the waterworks intelligent remote monitoring of constant pressure water supply, water pumping stations for the stability, energy saving, safety operation lay the foundation.

**Key words:** Inverter PID control Constant pressure control

## 1引言

水质和水压是现代供水企业赖以生存和发展的基本服务因素，在水质稳定的前提下，水压的服务质量和能耗是相互制约的两个对立因素，更高的服务水压意味更高的能耗，如何低能耗及满足承诺服务水压中找到一个平衡是现代供水企业密切关注及研究的一个课题。变频技术的发展使憋阀门调压成为历史，而PID技术的发展实现恒压供水向安全、节能及高品质的方向实现了飞跃。PID恒压供水系统实现水泵电机无级调速，依据用水量的变化自动调节系统的运行参数，保持供水管道压力恒定，它比传统的憋阀门供水有较大的优越性，是当今最先进、合理的节能型供水系统。

## 2PID恒压供水系统介绍

在现代工业控制中，利用PLC实现对模拟量的PID闭环控制或者利用专用设备内部PID控制（如变频器内部PID闭环控制）对监测量的闭环控制是较为常用的PID控制方法。本文主要结合珠海市西部某水厂实际应用为基础陈述了基于变频器PID控制在水厂恒压供水系统中应用。

### 2.1PID恒压供水系统硬件设计

本文中的自动恒压供水控制系统的核心硬件是由PLC网络（S7-300及S7-200由Profibus-DP构成PLC网络）、人机界面（WINCC）、两台台达VFD-F变频器分别一对一拖动两台水泵电机（KQSN-500M9/621）、压力变送器、水池液位计等组成。人机界面接受操作人员输入操作指令（如恒水压指令等）和监控执行机构的运行情况；PLC为控制机构，进行数据传输及控制指令的发布；变频器执行PID控制拖动水泵机组；压力变送器监控管道压力并向控制系统传输压力信号（4-20mA电流）。水厂PID自动恒压供水系统核心硬件构成图如图1所示。

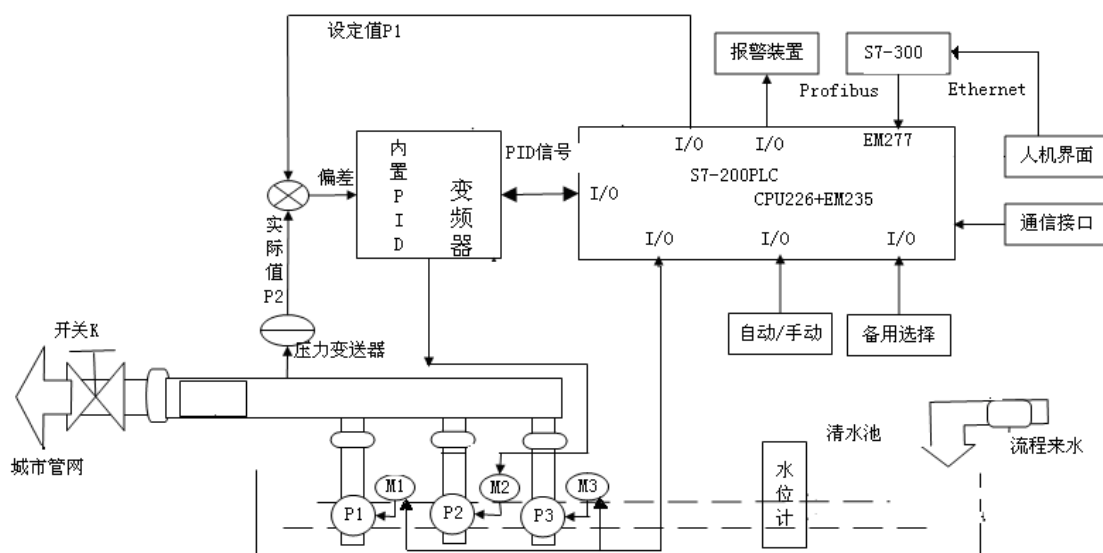


图1 水厂PID自动恒压供水系统核心硬件构成图

## 2.2变频器PID控制原理

PI控制是由比例控制(P)和积分控制(I)组合成，根据偏差及时间变化产生一个执行量；PD控制是由比例控制(P)和微分控制(D)组合成，根据改变动态特性的偏差速率产生一个执行量；PID控制是利用PI控制盒PD控制的有点组合成的控制，其核心运算是P、I、D三个运算的综合。

PID控制是闭环控制系统的比例-积分-微分控制算法，PID控制器根据设定值与被控制对象的实际值的差值，按照PID控制法的算法计算出控制器的输出量，控制执行机构去影响被控制对象的变化，其控制过程如图2所示。

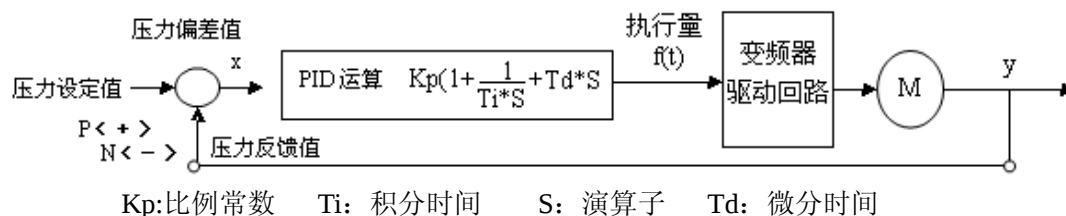


图2 PID控制原理框图

同时该变频器内置了复杂的顺序控制功能实现工频电源和变频器之间的柔性切换（进行切换时实现电磁接触器的互锁），当变频器运行频率达到上限及持续运行时间满足后（这里分别设置为50Hz和60s），变频器自行将变频无极切换到工频（不需重新启动），实现了变频到工频的无极切换，大大减少了工频启动时对电网电流及管网水压冲击，大大加强了系统的稳定性及安全性。电磁接触器MC2在工频运行时闭合，变频运行时断开；MC3变频运行时闭合，工频运行时断开。控制电路如图3所示。

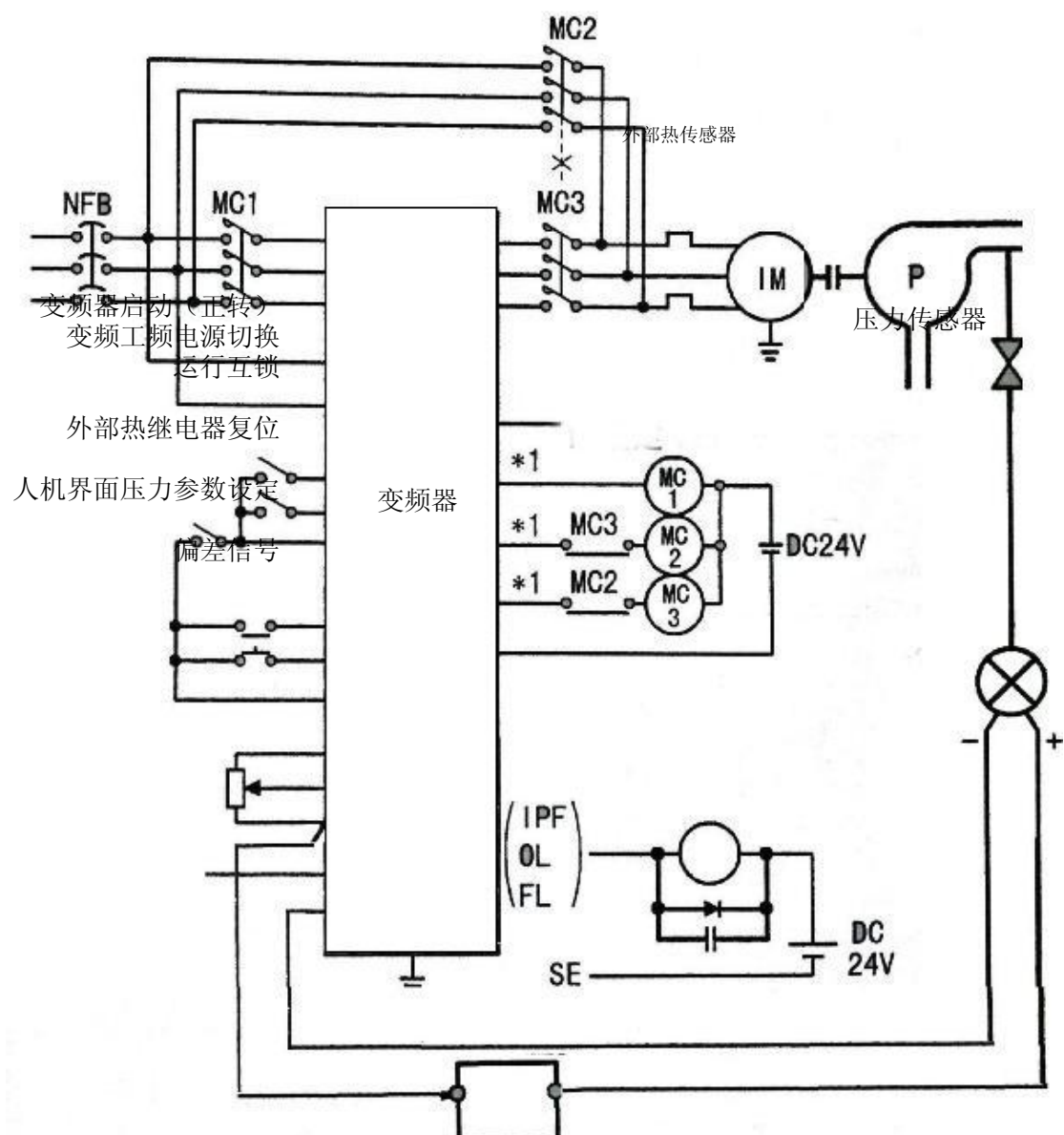


图3 VFD-F变频器PID控制接线图

变频器的极限输出频率的检测输出信号、工频运行信号及变频运行信号等均接入PLC，作为增减机信号及执行PID控制的变频器控制信号。

### 3恒压供水系统软件设计

#### 3.1PLC控制设计

恒压供水控制系统为水厂自动化系统中的一个子程序，其控制过程为：操作人员通过在远程控制室人机界面（WINCC）中输入泵房机组运行水压，系统通过工业以太网Industrial Ethernet将参数传递到 PLC主站S7-300，主站再通过现场控制主线Profibus-DP传送控制指令到泵房控制子站S7-200，泵站控制子站根据水压指令判断是否需要调整水压，如果需要，通过程序将水压要求传递给台达VFD变频器调整频率；默认2#机组为PID控制首选，当2#机组由变频器PID控制进入工频运行后且持续时间足够长后，S7-200启动水泵机组增减机程序实现增减机操作3#机组，并实行PID控制，达到恒压供水的目的。增机操作为先启动2#机组，2#工频运行后，启动3#机组并调频；在减机操作中先停工频运行机组，再对变频机组调频；机组工频变频运行模式由变频器内部进行互锁，两台机组变频运行模式由PLC进行互锁，防止机组误操作；1#为备用机组，通过转换开关可以实现任一台变频器对其拖动。机组操作必须满足必要的时间间隔。

### 3.2PID控制设计

将出厂水总管压力压力传感器传来的电流信号(4-20mA)输入到三菱变频器反馈信号输入端子;泵房控制子站PLC接受到来自人机界面的压力要求,压力指令通过控制子站EM235模块将模拟量输出转换成4~20mA电流信号输出,该电流信号作为PID信号传送到三菱变频器PID控制器作为设定值;变频器的PID控制器根据采集的信号计算出偏差量 $I(t)$ ,按照PID的微积分控制规则计算出控制量频率 $\Delta f(t)$ ,并将频率控制量送至变频器控制器,通过调整变频器的输出频率改变水泵电机的转速,达到调整压力的需求,完成变速恒压供水的目的。

### 4结束语

该系统采用变频器内部PID算法控制,结合先进PLC网络技术,具有控制压力稳定,无冲击等特点。在实际运行中,操作员根据管网用水量的需求情况可在远程人机界面中输入压力给定值,系统智能平缓实现压力控制,最终达到平衡。系统在运行中采用变频器对电机实现软启动,减少设备损耗,变频控制使得水厂能耗得到最大的优化;而压力平缓控制减少了管网的冲击,大大降低爆管风险系数;如果结合管网GIS模型,用城市管网多点压力数据作为信号反馈,实现对城市多水厂的协同恒压控制,将开辟城市供水技术的心时代,使得供水企业服务水压和供水能耗达到一个更加优化的平衡。

### 作者简介

吴学志(1976-)厂长,电气工程师,任职于珠海水务集团有限公司斗门分公司,主要研究方向为电气自动化控制。

杨江华(1981-)副厂长,机电工程师,任职于珠海水务集团有限公司斗门分公司,主要研究方向为机电设备智能化控制。

### 参考文献

- [1]卜民凤. plc与变频器在恒压供水系统中的应用[J]. 机电工程技术, 2008, 37(2): 22-25.
- [2]戴花林. 基于s7-200可编程控制器的一拖三供水系统设计[J]. 江西科学, 2007, 25, (03).
- [3]台达集团中达电通股份有限公司.VFD-F变频器应用技术手册[Z].2008.