

基于 PLC的变频恒压供水系统研究

闵 绚,谭思云,陈 敏

(武汉理工大学 自动化学院,湖北 武汉 430070)

摘要: 介绍一种基于 S7 - 300 PLC和变频器的恒压供水控制系统,并对系统组成、功能及工作原理进行了详细地描述。

关键词: PLC;变频器;恒压供水

中图分类号: TM930

文献标识码: B

文章编号: 1006 - 2394(2009)09 - 0046 - 03

Research of Variable Frequency Constant Pressure Water Supply System Based on PLC

M N Xuan, TAN Si-yun, CHEN Min

(School of Automation, Wuhan University of Technology, Wuhan 430070, China)

Abstract: This paper deals with a kind of constant pressure water supply control system based on both S7 - 300 PLC and frequency converter. The system structure, functions and working principle are introduced.

Key words: PLC; frequency converter; constant pressure water supply

1 变频恒压供水系统简介

1.1 基本特性

扬程特性是以供水系统管路中的阀门开度不变为前提,表明水泵在某一转速下,扬程 H 与流量 Q 之间的关系曲线 $H=f(Q)$,如图 1所示。由图可以看出,流量 Q 越大,扬程 H 越小。由于在阀门开度和水泵转速都不变的情况下,流量的大小主要取决于用户的用水情况,因此,扬程特性所反映的是扬程 H 与用水流量 Q_U 之间的关系 $H=f(Q_U)$ 。

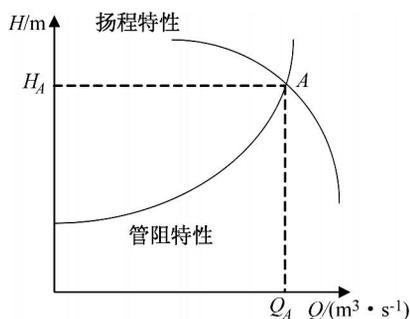


图 1 供水系统基本特性与工作点

管阻特性是以水泵的转速不变为前提,表明阀门在某一开度下,扬程 H 与流量 Q 之间的关系曲线 $H=f(Q)$,如图 1所示。管阻特性描述了水泵的能量用来克服水泵系统的水位及压力差、液体在管道中流动的阻力变化规律。由图可知,在同一阀门开度下,扬程 H 越大,流量 Q 也越大。由于阀门开度的改变,实际上

是改变了在某一扬程下,供水系统向用户的供水能力,因此,管阻特性反映的是扬程 H 与供水流量 Q_G 之间的关系 $H=f(Q_G)$ 。

扬程特性曲线与管阻特性曲线的交点,称为供水系统的工作点,如图 1中的 A点。在该点上,供水系统既满足了扬程特性,又符合了管阻特性,即用户的用水量 Q_U 和供水系统的供水流量 Q_G 达到平衡状态,系统稳定运行。

1.2 变频调速原理

变频恒压供水系统的供水部分主要由水泵、电动机、管道和阀门等构成。通常由异步电动机驱动水泵旋转来供水,并且把电机和水泵做成一体,通过变频器调节异步电机的转速,从而改变水泵的出水流量来实现恒压供水,因此,供水系统变频的实质是异步电动机的变频调速。异步电动机的变频调速是通过改变定子供电频率来改变同步转速从而实现调速的。

异步电机的转差率定义为: $s = 1 - (n/n_0)$

异步电机的同步速度为: $n_0 = 60f/p$

异步电机的转速为: $n = 60f(1 - s) / p$

式中: n_0 为异步电机的理想空载转速; n 为异步电机转子转速; f 为异步电机的定子电源频率; p 为异步电机的磁极对数。

从上式可知,当磁极对数 p 不变时,电机转子转速 n 与定子电源频率 f 成正比,因此连续调节异步电机供电电源的频率,就可以连续平滑地调节电机的同

收稿日期: 2009 - 03

作者简介: 闵绚 (1984—),女,硕士研究生,研究方向为智能控制与智能控制化。

步转速,从而调节其转子的转速。

1.3 水泵调速运行的节能原理

在供水系统中,通常以流量为控制对象,由水泵管道供水原理可知,调节供水流量有 2 种方法:一是阀门控制,开大供水阀,流量上升;关小供水阀,流量下降。阀门控制调节法是通过调节阀门开度的大小来调节流量,而水泵电机转速保持不变,其实质是通过改变水路中的阻力大小来改变流量,因此,管阻特性将随阀门开度的改变而改变,但扬程特性不变。二是转速控制,水泵转速升高,供水流量增加;转速下降,流量降低。转速控制调节法是通过改变水泵电机的转速来调节流量,而阀门的开度保持不变,其实质是通过改变水的势能来改变流量,因此,扬程特性将随水泵转速的改变而改变,但管阻特性不变。对于用水流量经常变化的场合(例如生活用水),采用变速控制调节流量,具有优良的节能效果。

由泵的机械特性可知,泵的转速在某一范围内变化时,流量、总扬程、轴功率有下列关系:

$$\frac{Q}{Q_0} = \frac{n}{n_0}$$

$$\frac{H}{H_0} = \left(\frac{n}{n_0}\right)^2$$

$$\frac{P}{P_0} = \left(\frac{n}{n_0}\right)^3$$

式中: n_0 为额定转速; n 为运行转速; Q_0 为 n_0 时的流量; Q 为 n 时的流量; H_0 为 n_0 时的扬程; H 为 n 时的扬程; P_0 为 n_0 时的功率; P 为 n 时的功率。

但是,对于实际的泵负载,通常存在一个与高低差有关的实际扬程,在进行变频调速运行时必须注意。泵的 $H-Q$ 特性和 $P-Q$ 特性分别如图 2(a)、(b) 所示。

将阀门控制与转速控制的节能效果作比较可以看出:在图 2(a) 中,当流量从 Q_1 变为 Q_2 时,对于阀门控制通过关小阀门使阻抗曲线从 R_1 变为 R_2 ,则工作点由 A 转移到 B 。若采用转速控制,则在同一阻抗曲线 R_1

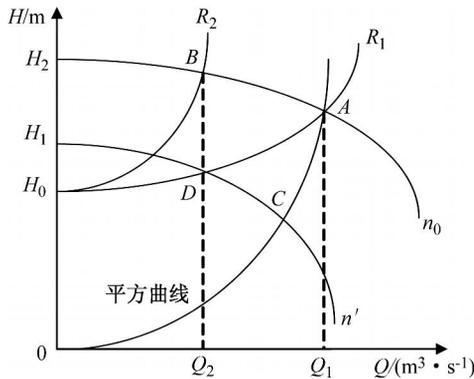


图 2(a) 泵的 $H-Q$ 特性

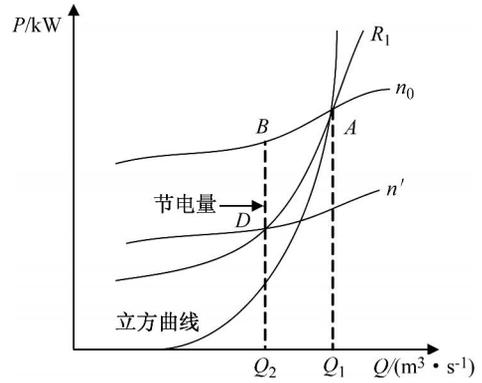


图 2(b) 泵的 $P-Q$ 特性

上从 A 转移到 D 。在图 2(b) 中,在阀门控制时由 n_0 速度的 A 点转移到 B ;而转速控制时,在由实际扬程决定的功率特性上由 A 点转移到 D ,与阀门控制相比可获得相当于 BD 大小的节电效果。

2 总体设计

2.1 系统组成

变频恒压供水控制系统如图 3 所示,该系统由 3 台水泵、1 台 MM440 变频器、1 台可编程控制器 S7-300 及压力传感器等组成。水泵机组中,根据需要可以选取多种流量的水泵,以满足不同时段的需要。

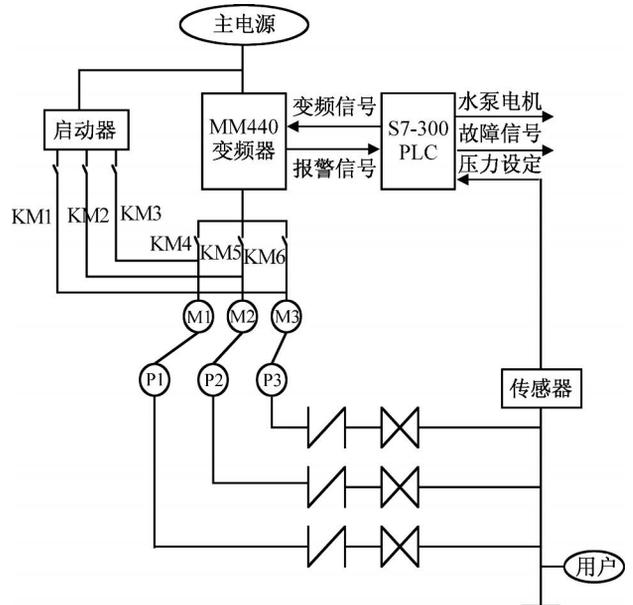


图 3 变频恒压供水系统

2.2 工作原理

通过安装在出水管网上的压力传感器,把出口压力信号变成 $4 \sim 20\text{mA}$ 的标准信号送入 PD 调节器,经运算与给定的压力进行比较,得出一个比较参数,送给变频器,由变频器控制电机的转速,调节系统的供水量,使供水管网上的压力保持在给定的压力;当用水量超过一台泵的供水量时,通过 PLC 控制切换器进行加

泵。根据用水量的大小由 PLC控制工作泵的数量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值为基准的闭环控制系统。

其中变频器的作用是为电机提供可变频率的电源,实现电机的无极调速,从而使管网水压连续变化。传感器的任务是检测管网水压,压力设定单元为系统提供满足用户需求的水压期望值。压力设定信号和压力反馈信号输入 PLC后,经 PLC内部的 PD控制程序的计算,输出给变频器一个转速控制信号。供水设备控制 3台水泵,在这些水泵中,只有 1台变频泵。当供水设备供电开始时,传感器将这一信号送入 PLC,PLC 则送出一个用水量增大的信号,使变频器的输出频率上升,水泵的转速提高,水压上升。如果用水量增加很多,使变频器的输出频率达到最大值,仍不能使管网水压达到设定值,PLC 就发出控制信号,启动 1台工频泵,其他泵依次类推。反之,当用水量减少,变频器的频率达到最小值时,则发出减少 1台工频泵的信号,其他泵依次类推。图 3中 M1~M3为电机,P1~P3为水泵,KM1~KM6为电机起、停、互相切换的交流接触器。

2.3 调节系统的传递函数

取流量为调节对象,其传递函数框图如图 4所示。图中: H_0 为总管压力给定值; $H(t)$ 为被调总管压力(kPa); e 为偏差, $e = H_0 - H(t)$; $W_a(s)$ 为 PD调节器传递函数; $W_o(s)$ 为调节对象传递函数。

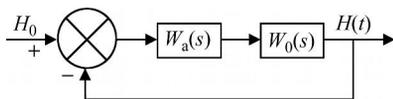


图 4 传递函数框图

其调节过程如下:

- $H_0 > H(t)$ 时, $e > 0$ f n $H(t)$,直到 $H(t) = H_0$;
- $H_0 = H(t)$ 时, f 恒定,电机恒转速运转;
- $H_0 < H(t)$ 时, $e < 0$ f n $H(t)$,直到 $H(t) = H_0$ 。

3 结束语

随着各方面技术的发展以及网络技术被广泛的应用,与此同时水资源却日益紧缺,在这种情况下,变频恒压供水系统的使用肯定会越来越普及,当然对恒压供水控制技术将提出更高的要求。变频恒压供水技术在逐步走向成熟的过程中,仍然有必要对其进行更深入的研究。

参考文献:

- [1] 王瑞兰. 基于变频器的恒压供水系统的设计 [J]. 微机计算机信息, 2005 (9).
- [2] 王侃夫. PLC变频恒压供水系统的电气设计 [J]. 上海电机学院学报, 2005 (3).
- [3] 张文庆. 用 PLC的软件实现 PD闭环控制 [J]. 自动化技术与应用, 2003 (2). (丁云编发)

(上接第 45 页)

为优化系统写循环时间,FLASH 需要进行写循环完成检测。本设计采用了检测 Toggle (DQ6)状态的方式,指令和流程图参考芯片资料。

FLASH烧写程序核心代码如下:

```

* (char *) flash_addr1 = 0x0aa;
//写入擦除命令字
* (char *) flash_addr2 = 0x55;
* (char *) flash_addr1 = 0x80;
* (char *) flash_addr1 = 0x0aa;
* (char *) flash_addr2 = 0x55;
* (char *) flash_addr1 = 0x10;
poll_data();
//检测擦除操作是否完成
for (i=0; i < size; i++)
{ fscanf(hex_fp, "% x", &data);
//读入编程数据
src_ptr[i] = data; }
for (i=0; i < size; i++)
{ * (char *) flash_addr1 = 0x0aa;
//写入编程命令字
* (char *) flash_addr2 = 0x55;
* (char *) flash_addr1 = 0x0a0;
* flash_ptr++ = src_ptr[i]; }
//写入 FLASH
poll_data();
//检测编程操作是否完成
.....

```

4 结束语

随着 DSP系统广泛应用到各种数字信息产品中,对灵活方便的引导启动方式的需求也越来越迫切,其中通过 FLASH存储器引导 DSP系统自启动装载已经成为实际应用中最为常用的方法,这也是 DSP开发中的重点和难点之一,关系到系统的可靠性和处理速度。本文设计的 DSP系统在脱机状态下实现自启动引导装载的方案在不同的工程中只需做简单修改即可实现稳定的启动装载,实际工程应用表明,这种启动方案稳定可靠。

参考文献:

- [1] 汪安民,张松灿,常春藤. TMS320C6000DSP实用技术与开发案例 [M]. 北京:人民邮电出版社, 2008 (许雪军编发)