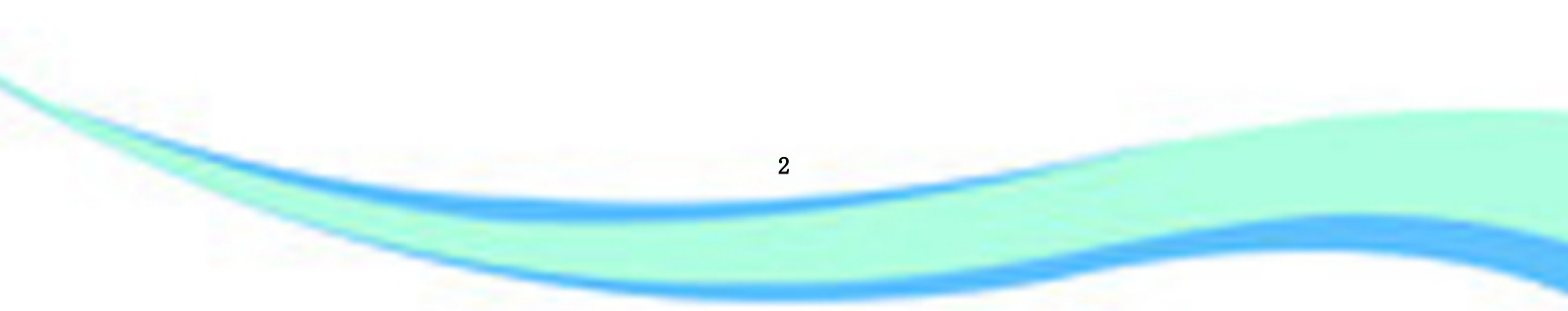




变频器恒压供水系统(多泵)



----- 作者：
----- 日期：



目 录

1 变频器恒压供水系统简介	1
1.1 变频恒压供水系统理论分析	1
1.1.1 变频恒压供水系统节能原理	1
1.1.2 变频恒压控制理论模型	2
1.2 恒压供水控制系统构成	3
1.3 变频器恒压供水产生的背景和意义	4
2 变频恒压供水系统设计	5
2.1 设计任务及要求	5
2.2 系统主电路设计	5
2.3 系统工作过程	6
3 器件的选型及介绍	8
3.1 变频器简介	8
3.1.1 变频器的基本结构与分类	8
3.1.2 变频器的控制方式	8
3.2 变频器选型	9
3.2.1 变频器的控制方式	9
3.2.2 变频器容量的选择	10
3.2.3 变频器主电路外围设备选择	12
3.3 可编程控制器(PLC)	14
3.3.1 PLC 的定义及特点	14
3.3.2 PLC 的工作原理	15
3.3.3 PLC 及压力传感器的选择	15
4 PLC 编程及变频器参数设置	16
4.1 PLC 的 I/O 接线图	16
4.2 PLC 程序	16
4.3 变频器参数的设置	20
4.3.1 参数复位	20
4.3.2 电机参数设置	20
总结	21
参考文献	22

1 变频器恒压供水系统简介

1.1 变频恒压供水系统理论分析

1.1.1 变频恒压供水系统节能原理

供水系统的基本特性和工作点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 $f(Q)$, 如图 1-1 所示。

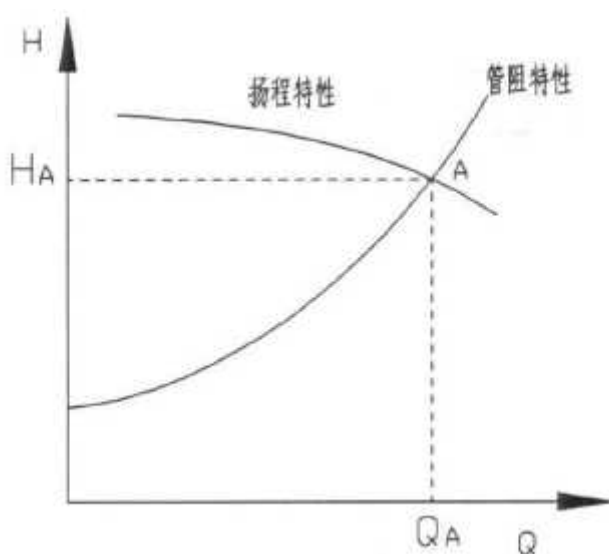


图 1-1 供水系统的基本特征

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 $Q(u)$ 间的关系。而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 $H = J(Q_u)$ 。管阻特性反映了水泵的能量用来克服泵系统的水位及压力差、液体在管道中流动阻力的变化规律。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, 管阻特性所反映的是扬程与供水流量 Q_c 之间的关系 $H = f(Q_c)$ 。扬程特性曲线和管阻特性曲线的交点, 称为供水系统的工作点, 如图中 A 点。在这一点, 用户的用水流量 Q_u 和供水系统的供水流量 Q_c 处于平衡状态, 供水系统既满足了扬程特性, 也符合了管阻特性, 系统稳定运行。图 1—1 供水系统的基本特征。

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而实现恒压供水的。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而实现调速的。

1.1.2 变频恒压控制理论模型

变频恒压控制系统以供水出口管网水压为控制目标，在控制上实现出口总管网的实际供水压力跟随设定的供水压力。设定的供水压力可以是一个常数，也可以是一个时间分段函数，在每一个时段内是一个常数。所以，在某个特定时段内，恒压控制的目标就是使出口总管网的实际供水压力维持在设定的供水压力上。

从图 1-2 中可以看出，在系统运行过程中，如果实际供水压力低于设定压力，控制系统将得到正的压力差，这个差值经过计算和转换，计算出变频器输出频率的增加值，该值就是为了减小实际供水压力与设定压力的差值，将这个增量和变频器当前的输出值相加，得出的值即为变频器当前应该输出的频率。该频率使水泵机组转速增大，从而使实际供水压力提高，在运行过程中该过程将被重复，直到实际供水压力和设定压力相等为止。如果运行过程中实际供水压力高于设定压力，情况刚好相反，变频器的输出频率将会降低，水泵的转速减小，实际供水压力因此而减小。同样，最后调节的结果是实际供水压力和设定压力相等。

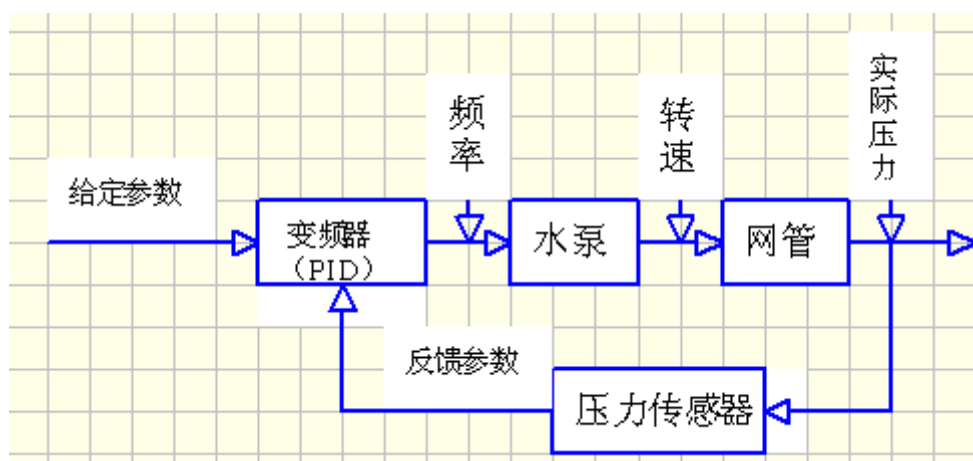


图 1-2 变频恒压控制原理图

1.2 恒压供水控制系统构成

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,并且把电机和水泵连成一体,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而实现恒压供水的。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而实现调速的。

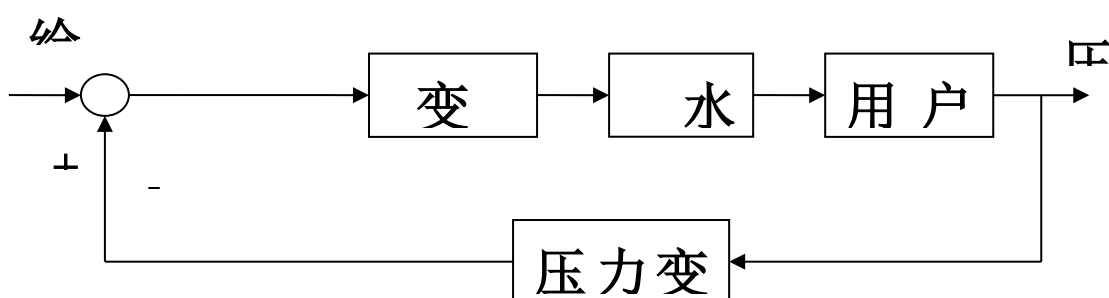


图 1-3 恒压供水系统方框图

水压由压力传感器的信号4-20mA送入变频器内部的PID模块,与用户设定的压力值进行比较,并通过变频器内置PID运算将结果转换为频率调节信号,以调整水泵电机的电源频率,从而实现控制水泵转速。由于变频器内部自带的PID调节器采用了优化算法,所以使水压的调节十分平滑,稳定。同时,为了保证水压反馈信号值的准确、不失值,可对该信号设置滤波时间常数,同时还可对反馈信号进行换算,使系统的调试更为简单、方便。

西门子系列PLC编程采用STEP7软件,它是西门子PLC的视窗软件支持工具,提供完整的编程环境,可进行离线编程和在线连接和调试,并能实现梯形图与语句表的相互转换。系统程序包括主程序和起动机程序,主程序包括参与调节程序和电机切换程序;电机切换程序又包括加电机程序和减电机程序。起动机程序实际上是清零子程序。在主程序中,设置两个变频器频率上下限到达滤波时间继电器,用于稳定系统。

1.3 变频器恒压供水产生的背景和意义

泵站担负着工农业和生活用水的重要任务,运行中需要大量消耗能量,提高泵站效率;降低能耗,对国民经济有重大意义。我国泵站的特点是数量大、范围广、类型多、发展速度快,在工程规模上也有一定水平,但由于设计中忽视动能经济观点以及机电产品类型和质量上存在的一些问题等原因,至使在技术水平、工程标准以及经济效益指标等方面与国外先进水平相比,还有一定的差距.目前,大量的动能消耗在水泵、风机负载上,城乡居民用水设备所消耗的电量在这类负载中占了相当大的比例。因此,研究提水系统的能量模型,找出能够节能的控制策略方法是目前较为重要的一件事。

以变频器为核心结合 PLC 组成的控制系统具有高可靠性、强抗干扰能力、组合灵活、编程简单、维修方便和低成本等诸多特点,变频恒压供水系统集成变频技术、电气技术、防雷避雷技术、现代控制、远程监控技术与一体。采用该系统进行供水可以提高供水系统的稳定性和可靠性,方便的实现供水系统的集中管理与监控;同时系统具有良好节能性,这在能量日益紧缺的今天尤为重要,所以研究设计该系统,对于提高企业效率以及人民的生活水平、降低能耗等方面具有重要的现实意义。

2 变频恒压供水系统设计

2.1 设计任务及要求

本系统是以一个供水系统作为被控对象,PLC 与变频器协调控制电机的转速与启动和停止。

系统控制要求:

- (1) 工艺参数: 供水系统由 3 台水泵组成:
母管压力 $H \geq 0.8$ 时, 一台定速, 一台变速, 一台备用。
母管压力 $H \leq 0.64$ 时, 一台定速或变速, 二台备用。
母管压力 $H \leq 0.52$ 时, 一台变速, 二台备用。
- (2) 电动机参数: 型号: JD—L-39-4
功率: 75KW
额定频率: 50Hz
额定电压: 380VAC;
额定转速: 1470 r/min
额定电流: 126.6 A
- (3) 水泵电机的启动/停止、正转、调速控制.
- (4) 变频器采用远方控制方式。
- (5) 通过母管压力变送器测得实际压力大小, 同时和压力给定组成闭环控制。
- (6) 变频器的运行状态指示 (如运行、停止、过流、低压等) .
- (7) 变频器的报警处理.

2.2 系统主电路设计

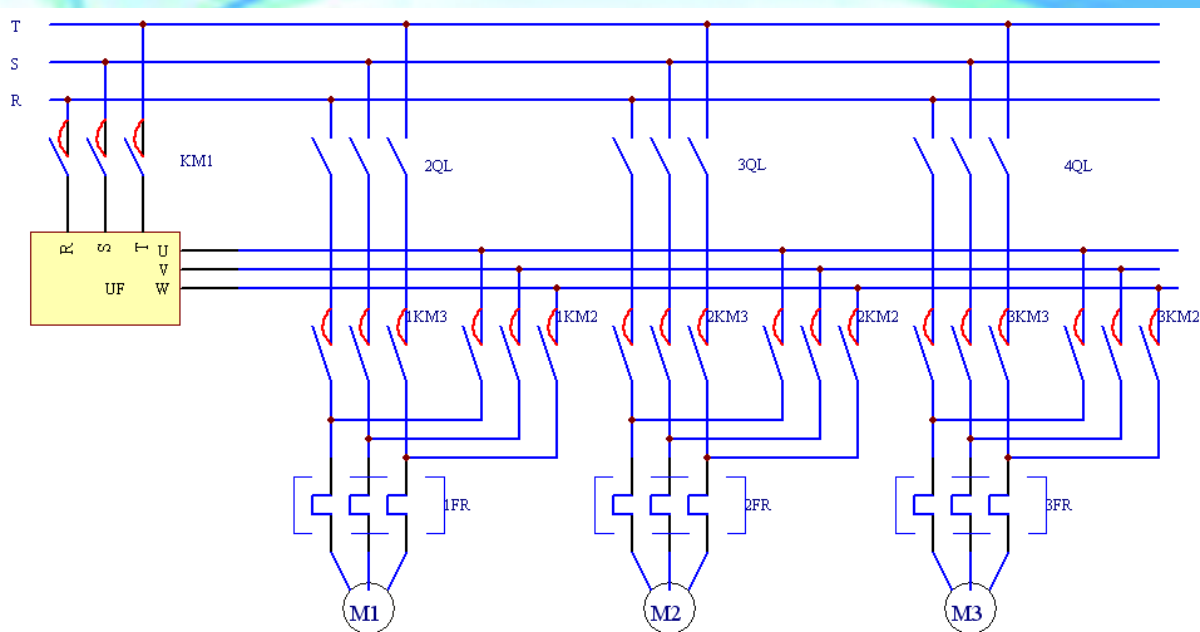


图 2.1 系统主电路图

由恒压供水主电路图可见，接触器 1KM2、2KM2、和 3KM2 用于变频器输出,分别接到水泵 M1、M2 和 M3，而接触器 1KM3、2KM3 和 3KM3 将工频电源接到 3 台水泵.变频器可以对任何一台水泵启动和恒压供水控制.

空气开关（QL）是当电动机过载时自动将电动机从电网中断开

热继电器（FR）是利用电流的热效应原理工作的保护电路，它在电路中用作电动机的过载保护。

2.3 系统工作过程

1、减泵过程

当用水量减少、水压上升、变频器输出频率低于下限值时，但管网压力仍偏高时,则各泵将依次退出运行，依次退出运行的方式有两种。

（1）先开先停方式.PLC 接收到下限频率到达信号，延时一定时间后，接触器 1KM2 失电复位，水泵 M1 脱离工频电源停止运行。变频器输出频率仍然低于下限值，重复上述过程，水泵 M2 脱离工频电源停止运行，变频器驱动水泵 M3 恒压供水，水压稳定在设定值上。这种方式称为循环方式,通常用于各台水泵的容量都相等的供水系统中.其优点

是可以自动的使各泵运行的时间比较均衡;缺点是工频运行状态直接停机时,可能由于停机太快而使管网压力发生较大波动。

(2)先开后停方式.首先使正在变频运行的 M3 减速停机,然后使变频器的输出频率升至 50Hz,将 M2 切换为变频工作,依此类推这种方式通常用于各台水泵的容量不相等的供水系统中,其优点是水泵的停机比较缓慢,管网压力比较稳定;缺点是不能自动地循环变换。

2、加泵过程

首先由 M1 在变频控制的情况下工作。

当用水量增大、水压下降,变频器输出频率上升到 50Hz 时水压仍然不足,经过短暂的延时,将 M1 切换为工频工作,同时变频器的输出频率迅速降低为 0,然后使 M2 投入变频运行。当 M2 也达到额定频率而水压仍不足时,重复开始运行时的过程,水泵 M2 脱离变频器驱动,由工频供电全速运行,变频器驱动水泵 M3 变频运行,使水压恒定在设定值上。

3 器件的选型及介绍

3.1 变频器简介

3.1.1 变频器的基本结构与分类

1、变频器的基本结构

变频器是把工频电源（50Hz 或 60Hz）变换成各种频率的交流电源，以实现电机的变速运行的设备。变频器包括控制电路、整流电路、中间直流电路及逆变电路组成。其中控制电路完成对主电路的控制，整流电路将交流电变换成直流电，直流中间电路对整流电路的输出进行平滑滤波，逆变电路将直流电再逆变成交流电。对于如矢量控制变频器这种需要大量运算的变频器来说，有时还需要一个进行转矩计算的 CPU 以及一些相应的电路。

2、变频器的分类

变频器的分类方法有多种，按照主电路工作方式分类，可以分为电压型变频器和电流型变频器；按照开关方式分类，可以分为 PAM 控制变频器、PWM 控制变频器和高载频 PWM 控制变频器；按照工作原理分类，可以分为 V/f 控制变频器、转差频率控制变频器和矢量控制变频器等；按照用途分类，可以分为通用变频器、高性能专用变频器、高频变频器、单相变频器和三相变频器等。

3.1.2 变频器的控制方式

在交流变频器中使用的非智能控制方式有 V/f 协调控制、转差频率控制、矢量控制、直接转矩控制等。

(1) V/f 控制

V/f 控制是为了得到理想的转矩—速度特性，基于在改变电源频率进行调速的同时，又要保证电动机的磁通不变的思想而提出的，通用型变频器基本上都采用这种控制方式。V/f 控制变频器结构非常简单，但是这种变频器采用开环控制方式，不能达到较高的控制性能，而且，在低频时，必须进行转矩补偿，以改变低频转矩特性。

(2) 转差频率控制

转差频率控制是一种直接控制转矩的控制方式,它是在 V/f 控制的基础上,按照知道异步电动机的实际转速对应的电源频率,并根据希望得到的转矩来调节变频器的输出频率,就可以使电动机具有对应的输出转矩.这种控制方式,在控制系统中需要安装速度传感器,有时还加有电流反馈,对频率和电流进行控制,因此,这是一种闭环控制方式,可以使变频器具有良好的稳定性,并对急速的加减速和负载变动有良好的响应特性。

(3) 矢量控制

矢量控制是通过矢量坐标电路控制电动机定子电流的大小和相位,以达到对电动机在 d、q、0 坐标轴系中的励磁电流和转矩电流分别进行控制,进而达到控制电动机转矩的目的。通过控制各矢量的作用顺序和时间以及零矢量的作用时间,又可以形成各种 PWM 波,达到各种不同的控制目的。例如形成开关次数最少的 PWM 波以减少开关损耗。目前在变频器中实际应用的矢量控制方式主要有基于转差频率控制的矢量控制方式和无速度传感器的矢量控制方式两种。

(4) 直接转矩控制

直接转矩控制是利用空间矢量坐标的概念,在定子坐标系下分析交流电动机的数学模型,控制电动机的磁链和转矩,通过检测定子电阻来达到观测定子磁链的目的,因此省去了矢量控制等复杂的变换计算,系统直观、简洁,计算速度和精度都比矢量控制方式有所提高。即使在开环的状态下,也能输出 100%的额定转矩,对于多拖动具有负荷平衡功能。

(5) 最优控制

最优控制在实际中的应用根据要求的不同而有所不同,可以根据最优控制的理论对某一个控制要求进行个别参数的最优化。例如在高压变频器的控制应用中,就成功的采用了时间分段控制和相位平移控制两种策略,以实现一定条件下的电压最优波形。

3.2 变频器选型

3.2.1 变频器的控制方式

控制方式是决定变频器使用性能的关键所在。目前市场上低压通用变频器品牌很多,包括欧、美、日及国产的共约 50 多种。选用变频器时不要认为档次越高越好,其实只

要按负载的特性，满足使用要求就可，以便做到量才使用、经济实惠。下表中参数供选用时参考。

表 3. 1 控制方式的比较

控制方式	U/f=C 控制		电压空间矢量控制	矢量控制		直接转矩控制
反馈装置	不带 PG	带 PG 或 PID 调节器	不要	不带 PG	带 PG 或编码器	
速比 I	1: 40	1: 60	1: 100	1: 100	1: 1000	1:100
起动转矩 (在 3Hz)	150%	150%	150%	150%	零转速时为 150%	零转速时为 >150%~200%
静态速度精度/ %	$\pm (0.2 \sim 0.3)$	$\pm (0.2 \sim 0.3)$	± 0.2	± 0.2	± 0.02	± 0.2
适用场合	一般风机、泵类等	较高精度调速，控制	一般工业上的调速或控制	所有调速或控制	伺服拖动、高精传动、转矩控制	负荷起动、起重负载转矩控制系统，恒转矩波动大负载

故选择 U/f=C 控制

3. 2. 2 变频器容量的选择

变频器的容量直接关系到变频调速系统的运行可靠性，因此，合理的容量将保证最优的投资。变频器的容量选择在实际操作中存在很多误区，这里给出了三种基本的容量选择方法，它们之间互为补充。

1、从电流的角度：

大多数变频器容量可从三个角度表述：额定电流、可用电动机功率和额定容量。其中后两项，变频器生产厂家由本国或本公司生产的标准电动机给出，或随变频器输出电压而降低，都很难确切表达变频器的能力。

选择变频器时，只有变频器的额定电流是一个反映半导体变频装置负载能力的关键量。负载电流不超过变频器额定电流是选择变频器容量的基本原则。需要着重指出的是，确定变频器容量前应仔细了解设备的工艺情况及电动机参数，例如潜水电泵、绕线转子

以上内容仅为本文档的试下载部分，为可阅读页数的一半内容。如要下载或阅读全文，请访问：<https://d.book118.com/016110105123010105>