

基于 PLC 变频调速恒压供水控制系统设计

任琪

(长沙民政职业技术学院电子信息工程系 湖南长沙 410004)

摘要：介绍了自行设计的恒压供水系统，采用PLC进行逻辑控制，变频器进行压力调节。变频器、可编程控制器作为系统控制的核心部件。时刻跟踪管内压力与给定压力的偏差变化，经变频器内部PID运算，通过可编程控制器控制变频与工频切换，自动控制水泵投入的台数和电机转速，实现闭环自动调节恒压变量供水，在保持恒压下达到控制流量的目的。运行结果表明，该系统具有压力稳定，结构简单，工作可靠等特点。

关键词：PLC；变频调速；恒压供水系统

1、引言

变频恒压供水系统是现代建筑中普遍采用的一种水处理系统。随着变频调速技术的发展和人们节能意识的不断增强，变频恒压供水系统的节能特性使得其越来越广泛用于工厂、住宅、高层建筑的生活及消防供水系统。恒压供水是指用户端在任何时候，不管用水量的大小，总能保持管网中水压的基本恒定。变频恒压供水系统利用PLC、传感器、变频器及水泵机组组成闭环控制系统，使管网压力保持恒定，代替了传统的水塔供水控制方案，具有自动化程度高，高效节能的优点，在小区供水和工厂供水控制中得到广泛应用，并取得了明显的经济效益。

2、系统组成

系统组成如图 1。

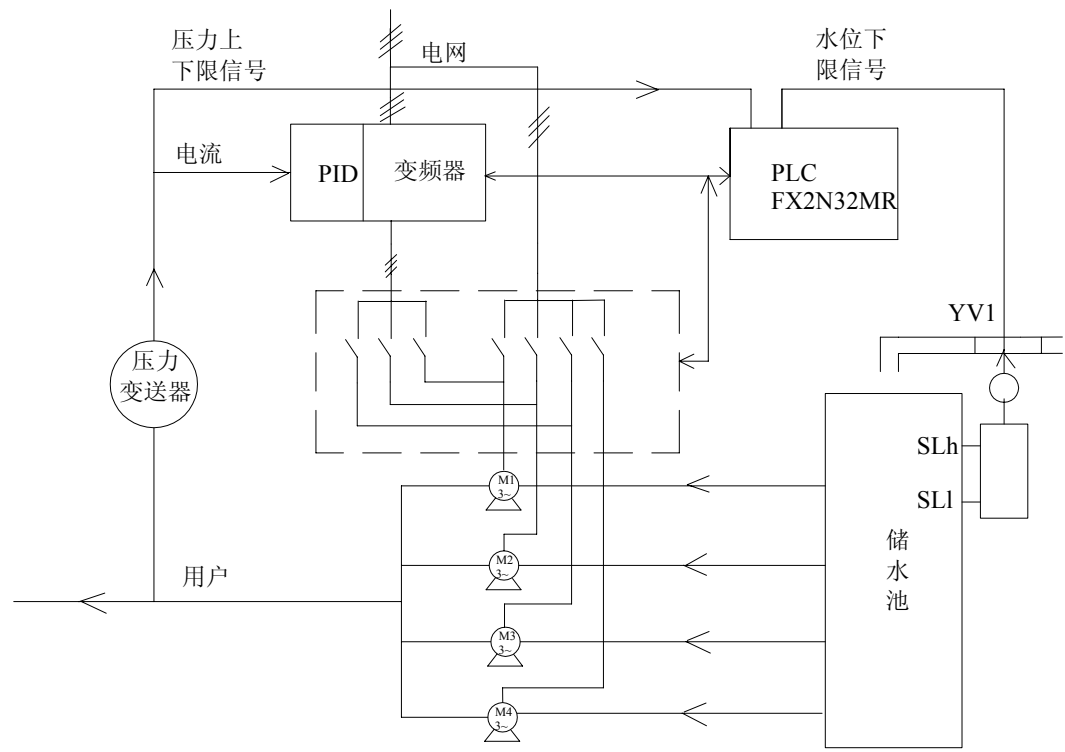


图1

系统采用了采用 3 台主水泵机组和 1 台辅助泵机组并联供水方式，选用专为风机、泵用负载设计的普通功能型 u/f 控制方式的森兰变频器，型号 BT12S22KW1,变频器内置 PID 控制模块，PLC 选用具有 I/O 点数 16/16 的三菱 FX2N-32MR。压力变送器选用普通压力表 Y-100 和 XMT-1270 数显仪实现压力的检测、显示和变送。

系统设有选择开关K，可选择系统在自动和手动状态下工作，当选择手动状态时，可分别通过按钮控制4台泵单独在工频下运行与停止，这主要用于定期检修临时供水；当选择自动状态工作时，PLC首先利用变频器软启动一台加压泵，此时安装管网上的传感器将实测的管网压力反馈进变频器，与预先通过变频器面板设定的给定压力进行比较，通过变频器内部PID运算，调节变频器输出频率。在用水量较大时，变频器输出频率接近工频而管网压力仍达不到压力设定值，PLC将当前工作的变频泵由变频切换到工频下工作，并关断变频器，再将变频器切换到另一台泵，由变频器软起动该泵，这样可根据用水量大小调节投入水泵台数的方案。在全流量范围内靠变频泵连续调节和工频泵的分级调节相结合，使供水压力始终保持为设定值。

3、系统控制电路的设计

3.1 PLC 控制电路的设计

PLC 的 I/O 端子分配及接线如图 2

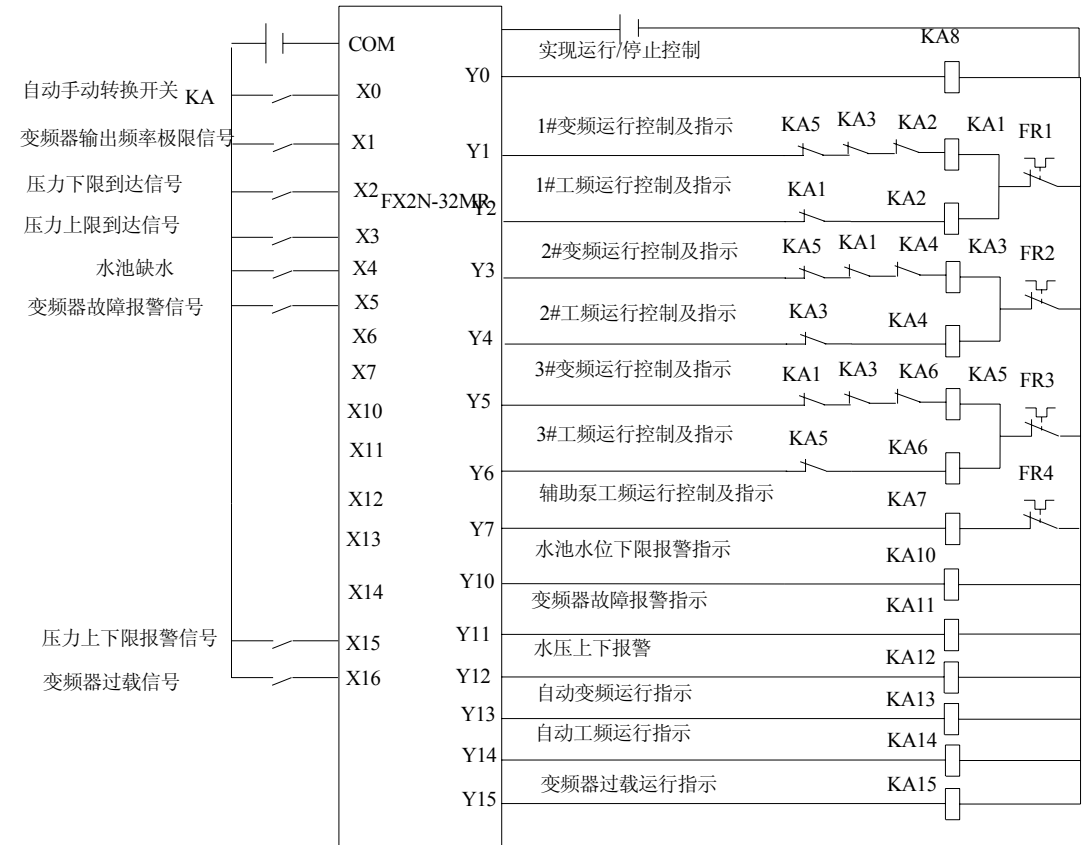


图 2

在控制电路的设计中，PLC 输出端口并不是直接和交流接触器连接，而是在 PLC 输出端口和交流接触器之间引入中间继电器，通过中间继电器控制接触器线圈的得电/失电，进而控制电机或者阀门的动作。

控制电路之中还要考虑电路之间互锁的关系，这对于变频器安全运行十分重要。变频器

的输出端严禁和工频电源相连,也就是说不允许一台电机同时接到工频电源和变频电源的情况出现。因此,在控制电路中多处对各主泵电机的工频/变频运行接触器作了互锁设计;另外,变频器是按单台电机容量配置,不允许同时带多台电机运行,为此对各电机的变频运行也作了互锁设计。

控制电路中还考虑了电机和阀门的当前工作状态指示的设计,为了节省 PLC 的输出端口,在电路中可以采用 PLC 输出端子的中间继电器的相应常开触点的断开和闭合来控制相应电机和阀门的指示灯的亮和熄灭,指示当前系统电机和阀门的工作状态

3.2 变频器电路的设计

变频器接线图如图 3。

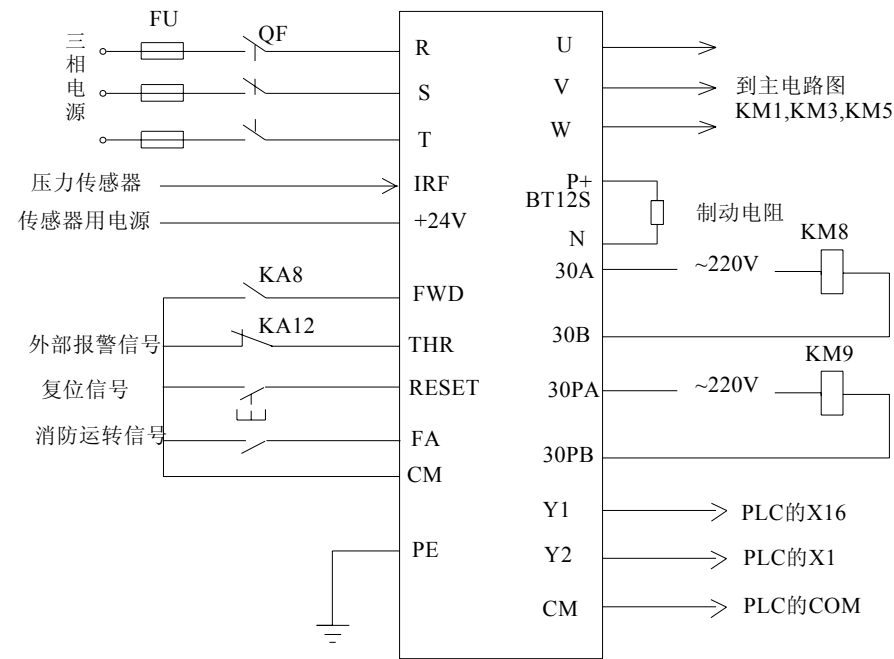


图3

4、系统控制程序设计

PLC 控制程序设计的主要任务是接收各种外部开关量信号的输入,判断当前的供水状态,输出信号去控制继电器、接触器、信号灯等电器的动作,进而调整水泵的运行,并给出相应指示或报警。供水系统控制程序的主流程如图 4-3。主要由欠水位模块、压力上下限处理模块、自动工频运行模块、辅助泵/主泵运行转换模块、增加主泵的状态转换模块和减少主泵的状态转换模块。

4.1. 增加主泵的状态转换模块

增加主泵是将当前主泵由变频转工频,同时变频起动一台新水泵的切换过程。当变频器输出上限频率,水压达到压力下限时, PLC 给出控制信号, PLC 的 Y0 失电,变频器的 FWD 端子对 CM 短接,变频器的自由制动停车,切断变频器输出,延时 500ms 后,将主水泵与变频器断开,延时 300ms(防止变频器输出对工频短路),将其转为工频恒速运行,再延时 200~300ms PLC 的 Y0 得电,变频器以起始频率启动一台新的主水泵。这段程序设计时要充分考虑动作的先后关系及互锁保护。

4.2. 减少主泵的状态转换模块

减少主泵是指在多台主泵供水时,变频器输出下限频率,水压处于压力上限时,按“先

起先停”原则，将当前运行状态中最先进入工频运行的水泵从电网断开。

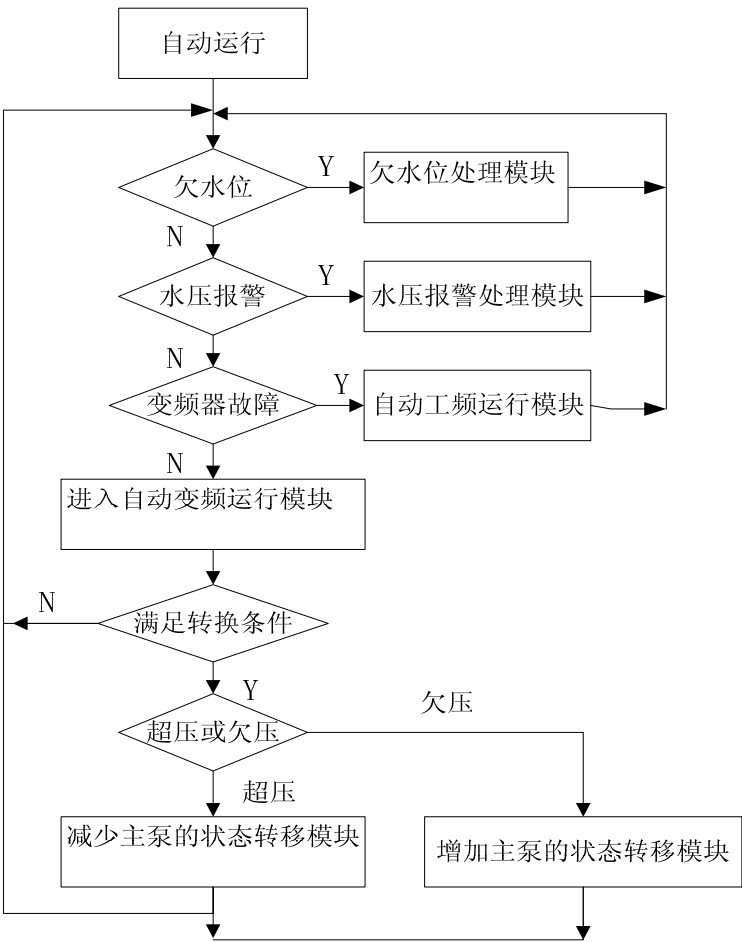
4. 3. 故障处理模块

对水位过低、水压上下限报警、变频器故障等故障给出报警，并做出相应的故障处理。

(1) 欠水位故障：进入 P0 处理模块，停止全部的电机运行，防止水泵空转。当欠水位信号解除后，延时一段时间，自动执行以下程序。

(2) 压力上下限报警：输出报警信号，报警信号 30s 内未解除，则进入 P0 处理模块，停止全部的电机运行。信号解除则自动运行以下程序。

(3) 变频器故障：变频器出现故障时，对应 PLC 输入继电器 X5 动作，系统自动转入自动工频运行模块。此时变频器退出运行，三台主泵电机均工作于工频状态。该方式下的水泵的投入和切除顺序和自动变频恒压运行方式时的大致相同，只是原来运行在变频状态下的电机改为了工频运行。由于没有了变频器的调速和 PID 调节，水压无法恒定。为防止出现停开一台水泵水压不足而增开一台水泵又超压造成系统的频繁切换，通过增加延时的方法来解决。设定延时时间为 20 分钟。



5 应用效果

该系统逻辑控制采用PI C控制变频器实现恒压调速供水，使用方便，工作可靠，系统压力恒定，具有较好的控制效果。在小区供水和工厂供水控制中得到广泛应用，并取得了明显的经济效益。恒压供水系统节能效果显著，节能效率可达40%左右，还可以减少水质的二次污染。同时由于采用变频器对电机实行软起动，减少了设备损耗，延长了水泵、电机设备的使用寿命。因此，采用PI C和变频器为核心部件构成的变频恒压供水系统，具有良好的技

术、经济效益，有广阔的应用前景和推广价值。

参考文献:

- [1] 田淑珍. 可编程控制器原理及应用[M]. 机械工业出版社, 2007
- [2] 三菱微型可编程控制器. 日本三菱公司, 1998

5 应用效果

该系统逻辑控制采用PI C控制变频器实现恒压调速供水，使用方便，工作可靠，系统压力恒定，具有较好的控制效果。在小区供水和工厂供水控制中得到广泛应用，并取得了明显的经济效益。恒压供水系统节能效果显著，节能效率可达40%左右，还可以减少水质的二次污染。同时由于采用变频器对电机实行软起动，减少了设备损耗，延长了水泵、电机设备的使用寿命。因此，采用PI C和变频器为核心部件构成的变频恒压供水系统，具有良好的技术、经济效益，有广阔的应用前景和推广价值。

参考文献：

El1 佟纯厚．近代交漉词速EM] 北京：冶盘工业出版社，1985．67～74．

[2] 唐世钢．王树田．PLC—5系列可编程序控制器

[M]．武汉：华中理工大学出版社，1993 66～67