

Analysis of the Application of PLC and Frequency Converter in Constant Pressure Water Supply Control System

Jinbing Zhang

Jiayuguan Suotong Carbon Material Co., Ltd., Jiayuguan, Gansu, 735100, China

Abstract

In the context of China's rapid economic development, the requirements for water supply system are also increasing. Constant pressure water supply means that users can always keep the water pressure in the water supply network constant at any time regardless of the amount of water, so as to improve the quality of water supply. In the constant pressure water supply system, the control system is composed of programmable logic controller and frequency conversion speed regulation device to make the operation of the whole water supply network more perfect. Through the adjustment of automatic pump set, the automatic management scheme is formulated to realize the control of water supply network and ensure the smooth and stable supply of water pressure.

Keywords

PLC; frequency converter; constant pressure water supply control; application

浅析 PLC 和变频器在恒压供水控制系统中的应用

张进兵

嘉峪关索通炭材料有限公司, 中国·甘肃 嘉峪关 735100

摘要

在中国经济高速发展的背景下, 对供水系统要求也在不断提高。恒压供水就是指用户在任何时间下无论水量大小总能保持供水管网中的水压恒定, 提高供水的质量。在恒压供水系统中通过利用可编程逻辑控制器以及变频调速装置共同构成控制系统, 使整个供水网运行更加完善, 并通过自动泵组调节, 制定自动化的管理方案, 实现对供水管网的控制, 确保水压平稳供应。

关键词

PLC; 变频器; 恒压供水控制; 应用

1 引言

新时期要重点对 PLC 和变频器在恒压供水系统中的应用进行深入分析, 大多数的供水主要以水塔、高位水箱或者气压罐增压设备等方式以保持供水的压力符合要求。但这样的方法会导致水泵的轴功率和能耗显著增加, 随着 PLC 技术和变频调节技术的快速发展以及在恒压供水系统中的应用的普及, 可以有效提高供水管网运行质量。

2 恒压供水控制系统

变频恒压供水系统主要包括变频器、PLC 控制系统、交流接触器、电机泵组、压力传感器以及流量传感器, 通过这些装置控制管网的运行。通过对管网运行压力进行测算, 调节变频器实现水泵转速的有效调控, 确保恒压供水。变频器用于调节水泵转速和调节流量, 可以实现逻辑自动切换,

根据用水量的大小由 PLC 控制工作泵的数量增减以及变频器对水泵调速进行合理优化, 从而形成以压力为基准的闭环控制系统, 在整个控制系统内需要保证蓄水池水量超过每小时最大供水量, 水泵的扬程要超过实际的供水高度, 并且水泵总流量要超过最大供水量。恒压水控制系统的主要工作分为水源池深水泵以及水厂区变频恒压供水控制。在恒压供水系统中, 需要充分利用 PLC 以及变频器对数据信息进行实时采集, 并且实现自动监控, 通过运用变频器和 PLC 的恒压供水系统, 能够为电机提供可靠的频率, 实现电机的无级调速, 确保整个管网的水压实现连续变化。压力传感器还具备管网压力检测的功能, 结合用水量的实际变化, 确保实现自动化运行, 有效避免电网和电气设备对机械设备造成的冲击, 并延长恒压供水系统电机及泵设备的整体使用寿命^[1]。

3 恒压供水系统变频器 PLC 设计应用

3.1 恒压供水系统电路设计

恒压供水系统电气设计中, 根据模拟设定, 需要确保整个系统的变频器对不同的水泵进行依次控制, 从而达到恒

【作者简介】张进兵 (1976-), 男, 中国甘肃定西人, 工程师, 从事电气自动化研究。

压稳定的控制效果，而为了增强系统的变频和工频两种运行模式，在变频的水泵达到一定转速后，如水压在所设定的判断时间内，还不能满足恒压值，则需要自动切换变频泵的状态，指示并启动下一台泵为变频泵运行。PLC供水系统电路设计如图1所示。

3.2 变频器和 PLC 供水系统的组成设计

在 PLC 恒压供水系统控制中，通过压力传感器可以准确控制水泵的输入量，判断信号是否提高系统控制性能，PLC 控制器作为整个控制系统的核心，需要对外界的输入状态进行自动检测。对外部输入数据进行处理后输出控制。变频器是整个恒压供水系统的核心部件，可以对后续控制单元进行调控，最终符合控制要求。根据供水系统的运行，需要保证经济性和可行性得到有效提升，而整个恒压供水系统的输入点比较多，控制程序也比较复杂，需要对整个 PLC 恒压供水系统组成进行合理规划与调节^[2]。

4 PLC 和变频器在恒压供水控制系统中的应用改进

4.1 变频泵过压跳闸

在现代电气自动化控制系统中还存在明显的局限性，

通过 PLC 的软硬件体系结构进行闭环控制，实现专用总线和专家通信协议。尽管 PLC 编程语言大多数以梯形图为主，但不同的语言结构选址形式也会存在着明显的矛盾问题。当工频泵工作时，水流在管道内高速流动会产生强大的惯性，如果突然停止运行会造成大量的负压，使得管网内出现空化现象，负压会将水从变频泵中吸入，促进叶轮旋转，这也导致电动机转速超过变频器的输出转速而产生发电现象，针对这一情况可以在变频器上加装控制电阻，有效解决过压跳闸的问题。

4.2 电动机过流现象

如果变频器的输出频率超过 16Hz 后，会出现变频过流跳闸问题，在接入电机后能够说明整个电动机发生了过流故障，而为了保证对电动机过流问题有效处理，可以对电动机进行全面分解，判断电动机绕组是否发生短路问题，因原来的变频器输出频率上升时，电压也在不断上升，而电压上升到匝间击穿电压后，变频器会产生过流跳闸问题。

4.3 水泵变频器过载

在水泵使用变频器后经常出现过载故障。经过实地调研，发现水泵长期超负荷运行，造成变频器负载能力不足，因此应对变频器进行升级改进。

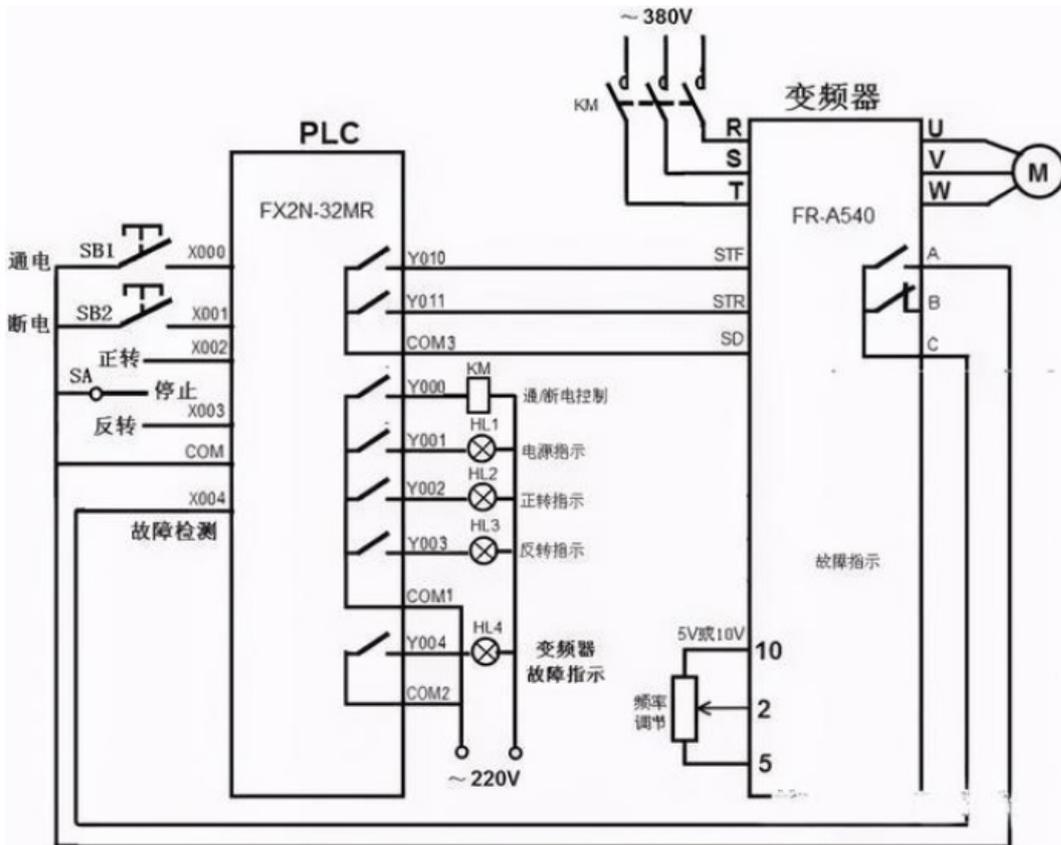


图 1 PLC 供水系统电路设计

5 PLC 和变频器的选择

PLC 主要包括 CPU 存储器、输入输出模块。CPU 作为整个 PLC 逻辑控制器的关键,包括控制器和计算器两个部分,在 CPU 控制下能够使 PLC 按照预先设定的程序对现场设备集中控制。存储器用于存储系统运行的各项数据,确保对系统的运行得到有效控制,而输入输出模块则能够在运行过程中对压力、温度等相关的变量进行实时控制,编程器作为 PLC 外部设备,可以将用户编写的程序发送给 PLC 程序存储器,实现输入程序调试程序等工作。PLC 编程支持视窗软件工具,可以实现完全自由的编程环境,还能实现梯形图和语句的相互转换,提高整个系统控制的性价比,该系统通过开关量的输入输出,可以控制电机的自动启停和定时切换,而电机的转速水压等模拟量也会由 PID 进行自动调节,在选择变频器时需要根据工艺要求进行分析,选择性能先进的变频器以及功率范围,确保变频器的控制更加灵活高效。

变频器是将电源频率 50Hz 的交流电转换为输出频率连续调整的交流电,由于异步电动机的速度公式为 $n=60f/P(1-s)$,因此可知通过改变电动机电源的频率 f 实现电动机的无级速度调整。在恒压供水系统中,变频器接收传感器收集的压力信号,通过变频器的内部采样程序、PID 闭环程序以及用户设定的压力形成闭环,通过调整电动机的速度来控制水泵的水量和水压,是恒压供水系统的执行机构。通常恒压供水系统有多个泵(如 3 台)。如果供水量多,打开 3 台泵;如果供水量少,打开 2 台泵。每个水泵出水管都有一个手动阀,用于维护和调节水量。变频器恒压供水系统的控制原理是压力传感器检测管网的压力,将压力信号转换为标准电信号并发送到变频器的模拟输入端,与设定值进行比较。PID 操作将结果转换为频率调节信号,调节水泵电机的输出频率,从而控制水泵的速度,调节供水系统的供水量以及达到恒压供水的目的。自动运行通过 PLC 控制电机的电源频率,根据条件调节泵压力上升和减压控制^[3]。

6 运行方式

变频恒压供水控制系统,包括手动和自动运行等多个模式。通过手动操作模式,可实现水泵的自动启停,方便变频器故障时的自动控制和检修。通过可编程逻辑控制器实现软启动,从而保证水泵自动进入变频运行状态,当水泵的转速不断升高,供水量也显著增加,可编程逻辑控制器可以根据水量的大小来自动调节水泵的运行转速,还能够保证水泵实现自动运转,确保供水系统恒压稳定运行。在发生故障后,通过 PLC 可以对故障进行自动检查,包括超压超限、变频器故障、液位下限等。在发生故障以后,尤其是发生缺相变频器故障等问题,系统需要实现自动停机,并且通知维修人

员快速维修,在变频器发生故障以后可以实现自动停机,并且由自动控制切换为手动控制,避免恒压供水系统出现断水的问题,在水泵维修期间要保证系统的正常供水,每一个时间周期内停用一台设备检修,并且准备一台备用水泵,同时不影响系统的正常运行。在变频恒压供水控制系统设计中需要对工频开关切换时间进行准确控制,避免工频启动时启动电流过大而造成电网受到冲击。并尽量减少变频转工频开关切换时间,另外变频器运行时的变频频率会随着管网用水量的增加而增加,通过变频器运行频率是否达到上下限来判断水泵的控制效果设定值是否准确,水泵控制效果设置值过大或过小都会影响整个供水系统的质量^[4]。

7 系统优势

通过推广供水技术利用变频器取代传统的电源频率,从而合理地调整水泵转速,改变水泵出口压力,比单纯靠阀门调节水泵出口压力更有利,而且还能减少管道阻力所造成的节流损失问题,由于变频运行时变量泵的出口流量小于额定流量时速度会明显降低,有效地消除因轴承转速过快而引起的磨损、发热等情况,延长电动机的使用寿命,不需要频繁操作,就能实现正常运行。为了提高水控系统的恒压稳定性和安全性,在 PLC 变频器使用过程中需要不断改进,加强对分散设备的有效控制和集中管理,通过电气连锁的接触器,严禁将工频电流引入变频器中,而变频器的供电部分除了加装空气开关之外,还可以加装变频保护装置,避免因为电流造成损坏 PLC 的问题。

总而言之,恒压供水能够满足供水需要。实现了真正意义上的无人值守全自动供水控制;电动机启动电流从零逐渐增加到额定电流,启动时间相应延长,对电网没有较大的冲击。系统实现了软启动,消除启动电流大的冲击,减轻了机械启动转矩对电机的机械损伤,延长了电机和泵的使用寿命,可以消除启动和停机时的水锤效应。系统可以按照需求来设定压力,系统根据设定的压力自动调节水泵转速和水泵运行台数,使设备运行在高效节能的最佳状态,从而达到了节水、节电、节省人力的节能目的。

参考文献

- [1] 刘振国.变频器在恒压供水控制系统中的应用[J].科技创新与应用,2013(29):157.
- [2] 周晓东.基于 PLC 和变频器控制的恒压供水系统[J].科技传播,2011(19):110-111.
- [3] 罗锋华,房驰,程豪.PLC 与变频器在恒压供水控制系统中的应用[J].机电电器,2011,38(4):27-30.
- [4] 朱卓城.基于变频器 PLC 控制的恒压供水系统[J].实验室研究与探索,2010,29(11):182-185.