

# 和利时 LM 系列 PLC 在无负压供水控制系统中的应用

(和利时集团)

**摘要** 无负压供水系统用于生活用水的二次增压。所谓为无负压是指在水泵工作时对市政管网的给水压力不产生压降，这就需要真空抑制技术、稳流补偿技术、预压平衡补偿技术、能量储存释放技术、变频调速技术和智能控制技术等多种技术共同作用来实现。智能控制器目前有基于单片机专用的控制器和基于 PLC 的智能控制器。PLC 以其灵活和可靠的特点越来越多地应用在无负压供水系统中。和利时公司的 LM 系列 PLC 以其强大的数据处理能力、优化的 PID 技术以及无负压供水系统标准的应用程序，在无负压供水设备中越来越多的应用。

**关键词** 无负压供水；和利时 LM 系列 PLC；控制系统标准程序

## 1 引言

无负压供水是在变频恒压供水的基础上发展起来的，它的先进之处在于将系统直接与自来水管网串联对接，而不用建立水池和设置水箱，供给用户的水完全在一个密封的环境中，避免了饮用水在供水过程中的二次污染。这种供水方式实现了无池供水与变频恒压供水的结合，能够达到比其它供水方式更环保节能的效果。此外在供水过程中，充分利用自来水原有的压力，因此可节电 50%以上。不仅如此，无负压供水系统结合真空抑制、稳流补偿、预压平衡补偿、能量储存释放、变频调速和智能控制等技术，在供水的同时不，会对市政管网产生压降，从而保证了市政管网的正常运行。

## 2 无负压供水工艺概述

无负压供水控制系统的核心概念就是通过变频器控制水泵的运行频率，达到节能供水的效果，同时系统还加入了市政管网保护功能、水泵保护功能以及故障处理等功能。为了节约成本，目前人们大多采用一个变频器控制多个水泵的变频运行方式，也就是我们常说的一拖二、一拖三或一拖四等控制系统。采用这种方式，变频器轮流控制各个水泵变频运行。

水泵的运行方式有两种，一种是变频运行，一种是工频运行。水泵的运行方式由中央控制器根据用户用水量的多少自动控制。系统启动后，水泵首先变频运行，当用水量增加时，变频水泵转换为工频运行，并启动下一台水泵变频运行。用水量减少后，工频水泵退出运行，水泵的投切过程如此循环反复。

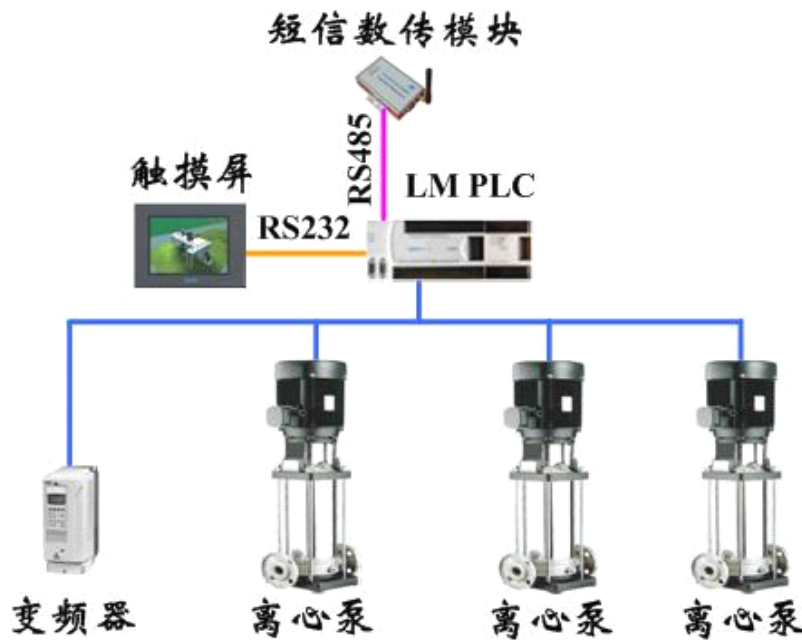
在用水量很少，或没有用水时，为了节能与延长水泵的使用寿命，水泵还可以进入休眠状态。当用水量增加时，水泵会自动从休眠状态中被唤醒。当一台水泵长时间运行时，为了使各个水泵均衡运行，系统会自动选择运行时间最短的水泵运行。当有水泵出现故障时，系统会自动跳过该水泵，不会影响其他水泵的投切过程。

### 3 无负压供水控制系统结构设计

在传统的无负压供水设备中，控制器大多采用单片机设计，这种控制器一般都不允许用户对其内部的程序进行修改。如果想增加一些功能，则必须找控制器的供应商帮助完成。这就导致了系统的灵活性较差，而且这种控制器一般都没有经过可靠性测试，在可靠性方面可能存在或多或少的问题。

采用 PLC 作为核心控制单元，在可靠性上得到了保证，其开放的编程环境也使系统开发和维护更加方便。不仅如此，和利时还为无负压供水设备提供了标准的例程，用户可以直接使用这个例程搭建无负压供水控制系统，或者可以根据需要对例程进行简单的修改，这样大大提高了系统的建立效率以及系统的开放性。

本次设计针对 1 拖 3 无负压供水控制系统。系统主要由 PLC、变频器、离心泵、压力传感器、水位传感器、缺相保护器、故障报警灯等组成。PLC 负责三个水泵的投切控制算法，根据管网出口的设定压力动态调节变频器的输出频率，以及实现倒泵、休眠、故障处理、无负压补偿等功能。本系统采用和利时 LM 系列 PLC 作为系统控制器，并且通过 LM 系列 PLC 自带的 RS232 接口连接现场的触摸屏 HT6720T，触摸屏程序具有系统参数设置、显示系统运行状态、查询系统报警记录等功能。为了便于用户查询控制系统的运行状况以及设置出口压力等参数，这里还用 LM 系列 PLC 自带的 RS485 接口连接了一个短信数传模块，用户可以通过手机随时查询水泵的运行状况以及设定管网的出口压力。无负压供水控制系统结构如图 1 所示。



3-1 无负压供水控制系统结构图

## 4 无负压供水控制系统软件设计

根据工艺要求，无负压供水控制系统程序流程图如图 2 所示。

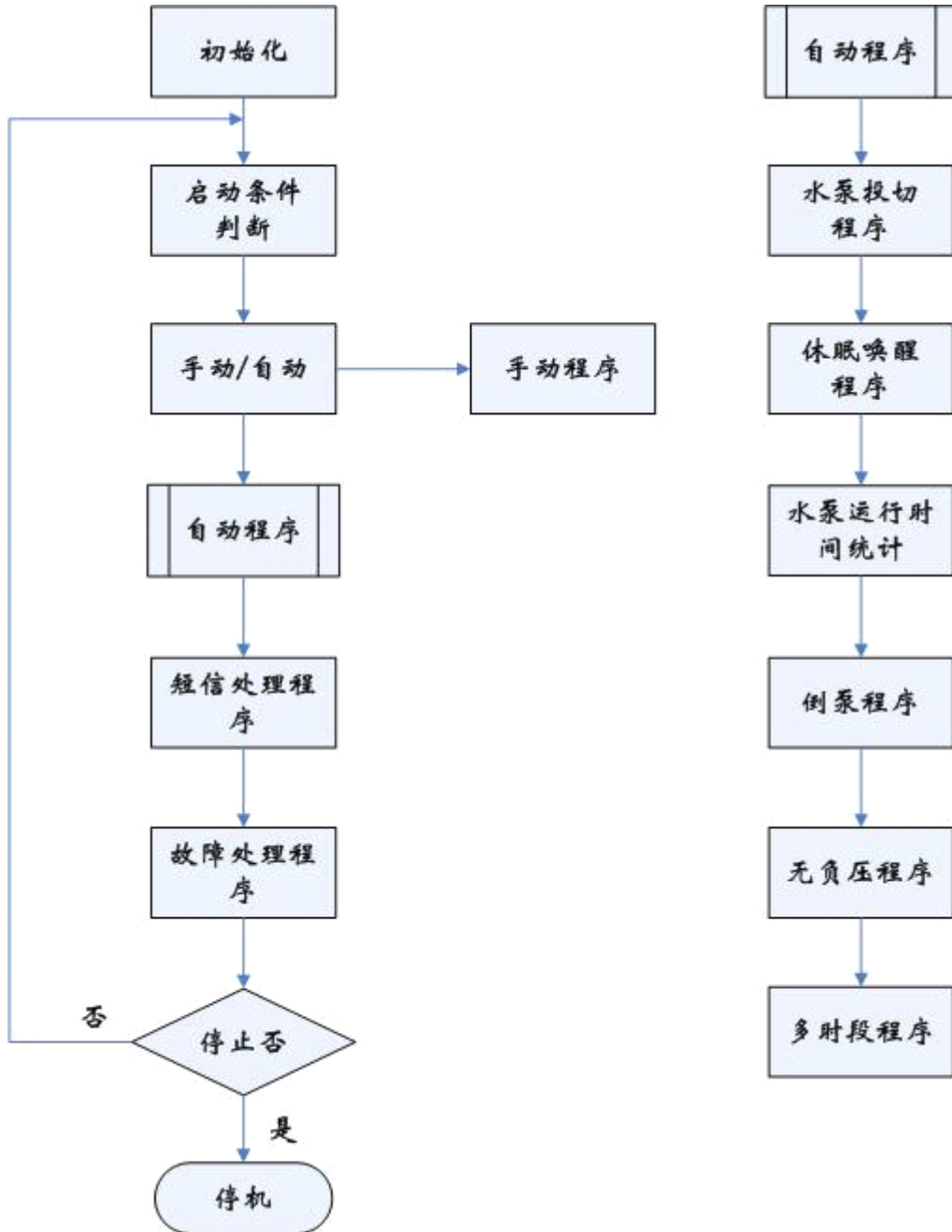


图 2 无负压供水控制系统程序流程图

无负压供水控制系统操作界面由触摸屏 HT6720T 制作。操作界面主要可以完成无负压供水控制系统运行工况的监视、系统运行参数设置、实时报警显示、历史报警显示等功能。触摸屏工况界面如图 3 所示，可以查看各个水泵的运行状态以及进水压力、目标压力和出水压力等几个重要的输出参数。

图 4 和图 5 是参数设置界面，可以进行系统参数的设置。所设置的参数均为掉电保持。LM 系列 PLC 中掉电保持区的数据为永久保持，可以避免因停电导致系统设定参数丢失的后顾之忧。图 6 为触摸屏报警查询画面，可以查询实时报警和历史报警信息。

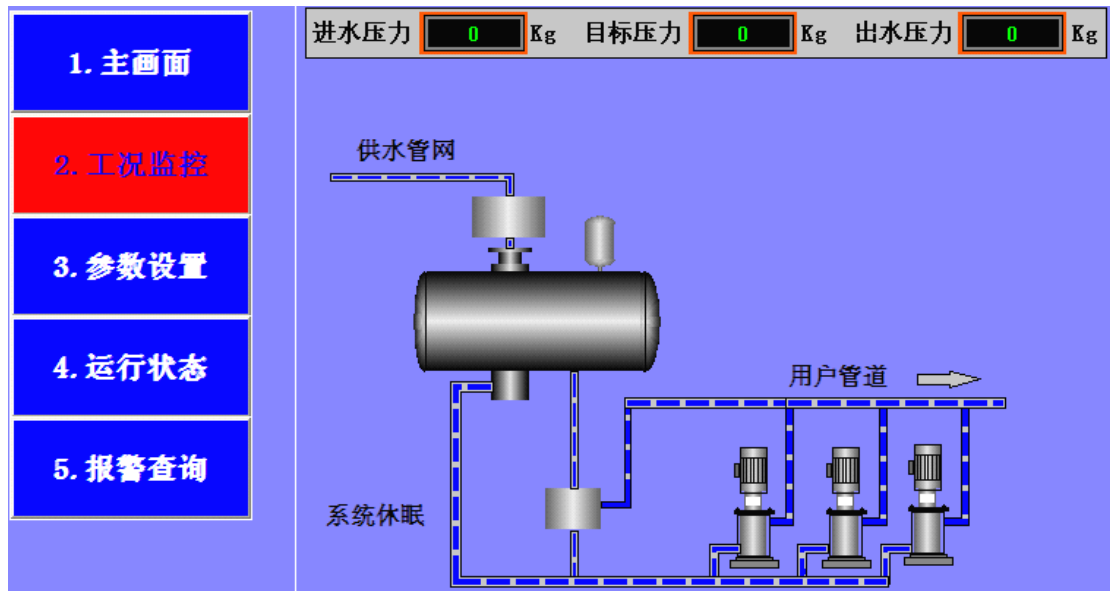


图 3 触摸屏工况界面



图 4 触摸屏参数设置界面一

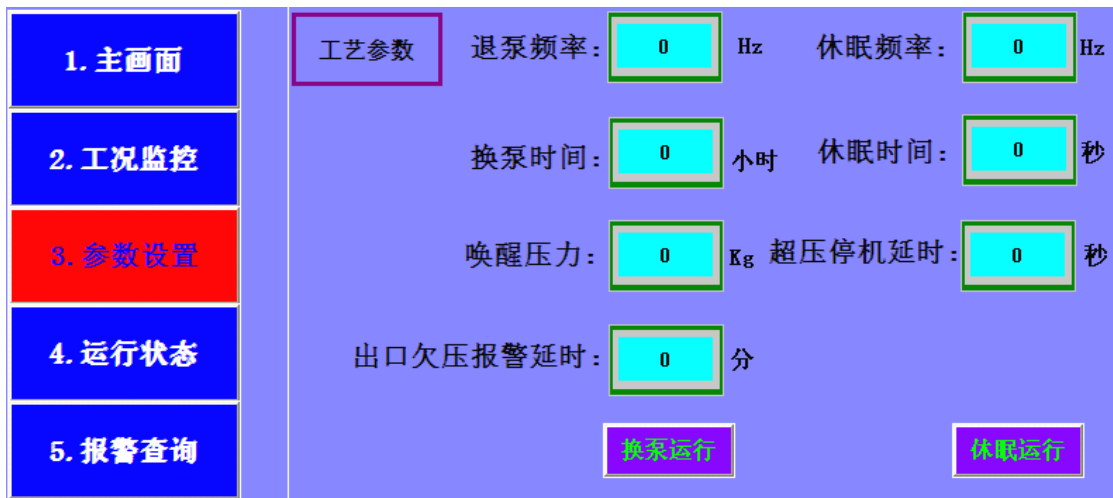


图 5 触摸屏参数设置界面二



图 6 触摸屏报警查询画面

## 5 系统的特点

基于 LM 系列 PLC 的无负压供水系统具有如下特点：

### ➤ 可靠性

可靠性是无负压供水系统的关键。与传统的单片机控制器相比，LM 系列 PLC 在稳定性、抗干扰性以及恶劣条件下的工作性能都要更胜一筹。LM 系列 PLC 的输入和输出点都是与现场隔离的，这为系统的可靠性提供了硬件基础。系统所提供的增量 PID 运算功能块

使系统能够根据用户的用水量迅速调节给水泵的工作频率，使给水压力以较快的速度稳定在设定值，这也在功能上保证了系统的稳定运行。

### ➤ 易用性

LM 系列 PLC 体积小、集成化程度高、运算速度快、逻辑控制容量大，还可以进行在线调试和离线调试，有强大的视图功能，可以大大降低编程调试的工作量，缩短调试的周期。灵活的编程功能，可以给未来的系统升级带来极大方便。系统采用 7 英寸 TFT 触摸屏，整个系统的运行状况一目了然，各项控制参数也可以根据不同工况进行调整，并可以生成实时报警与历史报警列表。同时，还利用 LM 系列 PLC 自带的 RS485 接口连接短信数传模块，用户可以直接通过手机随时查询系统的运行工况，并可以进行管网出口压力等参数的设置。

### ➤ 功能性

本系统是在 LM 系列 PLC 的无负压供水标准程序的基础上建立的，实现的功能包括了水泵的自动投切功能、休眠倒泵功能、水泵优先级判断功能、优化的故障处理功能、多时段设定功能、低水位自动保护功能、无负压功能、短信通讯功能以及 PLC 锁定功能等。整个系统的搭建过程几乎没有对标准程序进行修改，在实现了强大功能的基础上，方便快速地完成了控制系统的搭建。

### 参考文献

- [ 1 ] 唐小猛，无负压供水设备技术分析[J]，广州大学学报
- [ 2 ] 姚宏、田胜，二次加压泵站运行现状及节能改造措施浅析[J]，节能技术
- [ 3 ] 马成环，无负压给水设备及管网准用的技术条件，给水排水
- [ 4 ] 顾战松，《可编程控制器原理与应用》，国防工业出版社
- [ 5 ] 和利时公司，HOLLiAS LM 小型可编程控制器硬件手册，2008