

供水系统变频节能改造方案

刘佳畅

Liu Jiachang

摘要 本文介绍了传动之星 SD-YP 系列变频调速器在供水系统的改造与应用，由 PLC 进行逻辑控制，由变频器进行压力调节，由监控电脑构监视整个控制系统工作，以此来实现闭环自动调节恒压变量供水。

关键词：PLC 变频器 水泵

1 概述

由水泵的工作原理可知：水泵的流量与水泵电机的转速成正比，水泵的扬程与水泵电机的转速的平方成正比，水泵的轴功率等于流量与扬程的乘积，故水泵的轴功率与水泵（电机）的转速的三次方成正比（即水泵的轴功率与供电频率的三次方成正比）。如下表图一所示：

频率 HZ	转速 n%	流量 Q%	扬程 H%	轴功率 P%
50	100%	100%	100%	100.0%
45	90%	90%	81%	72.9%
40	80%	80%	64%	51.2%
35	70%	70%	49%	34.3%
30	60%	60%	36%	21.6%
25	50%	50%	25%	12.5%

根据上述原理可知改变水泵的转速就可改变水泵的功率。

例如：将供电频率由 50HZ 降为 45HZ，则 $P_{45}/P_{50}=45^3/50^3=0.729$ ，即 $P_{45}=0.729P_{50}$

将供电频率由 50HZ 降为 40HZ，则 $P_{40}/P_{50}=40^3/50^3=0.512$ ，即 $P_{40}=0.512P_{50}$ ，依上述公式计算。

供水系统在设计时是按现场最大供水需求（及最大工况）来考虑的，供水水泵的运行工况也相同，即按单机的最大供水需求量来考虑的；在实际使用中有很多时间水泵都需要根据实际工况进行调节，传统的做法是用开停补（减）泵及开关阀门的方式进行调节，用开停补（减）泵会有启动冲动电流，开关阀门进行调

节增大了系统的节流损失，且对系统本身的调节也是阶段性的，调节速度缓慢，减少损失的能力很有限也使整个系统工作在波动状态，对于供水系统超压爆管这类故障几乎无能为力。

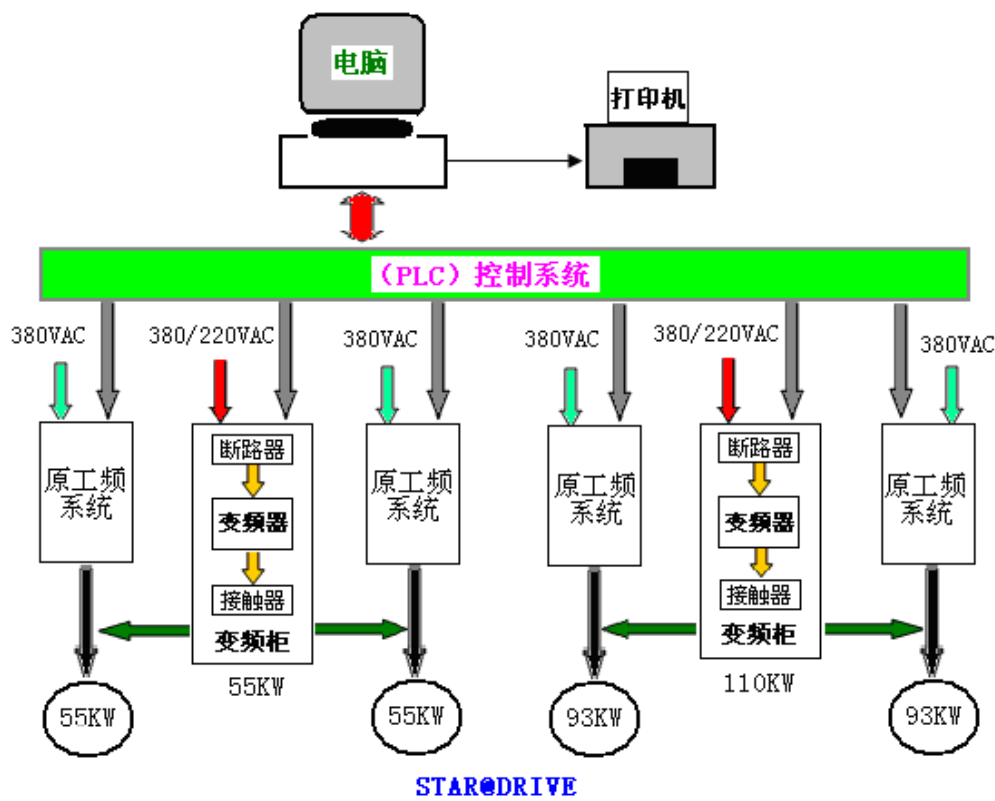
而通过在供水水泵加装变频调速器装置，则可以一劳永逸的解决好这个问题，可实现自动调节控制，可使系统工作状态平缓稳定，并可通过变频节能收回投资。变频节能的效果是十分显著的，特别是调节范围大的系统及设备，通过上表及图一可以直观的看出在流量变化时只要对转速（频率）稍作改变就会使水泵轴功率有更大程度上的改变，就因有此特点使得变频调速方式成为一种趋势，并且不断深入的应用于各行业及各种调速领域。

2 供水系统的改造方案介绍

下面对陕西某厂的供水系统做一介绍，该厂供水系统装机清单如表一所示：

配件名称	品牌	数量
55KW 变频柜	传动之星 SD-YP	两套
93KW 变频柜	传动之星 SD-YP	两套
PLC	永宏	一台
监控电脑	研祥	一台
打印机	飞利浦	一台
压力传感器	森纳士	两个
温控器	欧姆龙	两个

根据供水系统的实际装机情况我们在供水系统各装二套传动之星风机水泵型 SD-YP 变频调速控制柜，其中 1#变频柜供两台 55KW 水泵切换（循环）使用；2#变频柜供两台 93KW 水泵切换（循环）使用，两套变频调速控制柜共用一套自动控制系统及中央电脑监控系统(工控机)，如图二所示：



供水系统变频改造示意图二

2.1 系统控制

整个系统控制信号，包括压力设定信号，工频和变频故障信号处理，水位故障检测处理均由主控 PLC 或监控电脑设定，上位机监控系统主要通过中央电脑监控系统(工控机)完成对工艺流程参数的检测、各机组的协调控制以及数据的处理、分析等任务，下位机 PLC 主要完成数据采集，现场设备的控制及连锁等功能。对于整个系统的运行信号进行综合，尤其是当出现故障状态时的系统处理操作，是整个系统的核心控制部分。

2.2 变频器内部控制

变频器内部控制及功能，主要是指变频器内部 PID 功能模块，内部 PID 功能使现场技术员设置和调试方便，相对于原来的硬件 PID 板控制，省去了硬件维护需要，节省了成本。主控环节的压力设定信号与系统压力信号反馈形成闭环以维持管网恒定压力(简称闭环控制)。变频器还具有休眠功能，内置 RS485 或 RS232 通讯接口，采用联机控制。

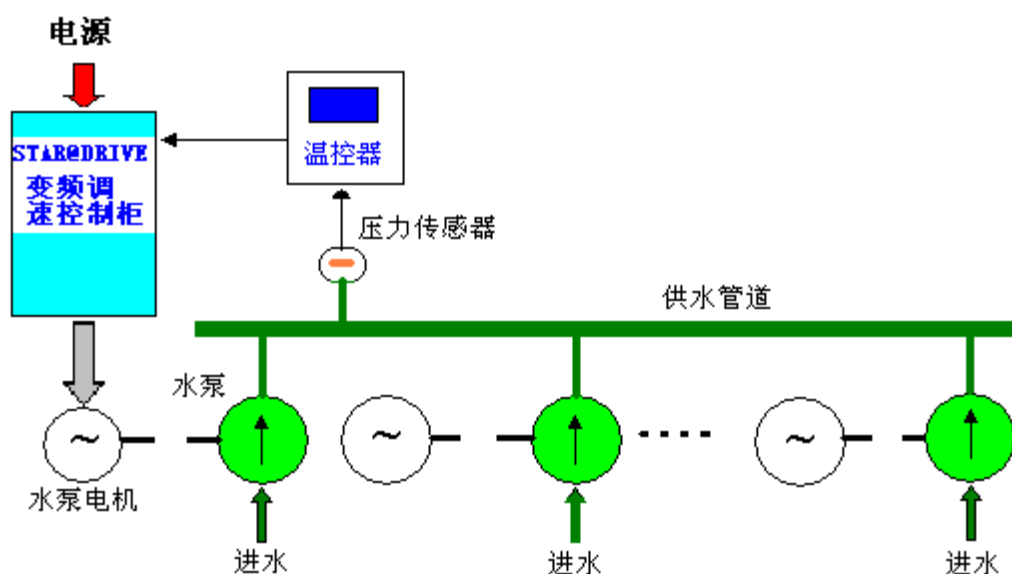
2.3 电机控制

本方案的控制方式将按恒压供水系统的通用自动功能进行设计。

变频节能系统是在保留原有工频系统的基础上加装的，(SD-YP) 风机水泵型变频器本身就还具有工频、变频转换功能，变频节能系统的联动控制功能与原工频系统的联动控制功能相同，变频节能系统与原工频系统之间要设置连锁以确保系统工作安全。

2.4 系统执行控制

用压力传感器对供水系统母管（供水管道）出口的水压进行采样，转换成电量信号后送至 PID 控制器，控制器将该信号与设定值进行比较运算后输出一类信号（一般为 4—20MA、0—10V）给变频器，变频器根据该类信号决定其输出频率，改变水泵转速并调节供水压力（供水量）以达到恒压供水的目的（如图三所示）。



恒压调速变频控制柜图三

2.5 PLC 硬件设计

PLC 选用天津罗升公司的丰炜 PLC-VB 系列产品, 水泵 M1、M2、M3、M4、可变频运行, 也可工频运行, 需要 PLC 的四个输出信号控制, 变频器的运行与关断全由 PLC 的一个输出信号控制, 变频器极限频率的检测信号占用 PLC 的一个输入点, 设定水压的上、下限压力值, 当管网压力处于上、下限位置时, 传感器分别输出频率检测信号进入 PLC 的两个输入点, 与变频器一起实现。保证管网的压力平稳。

3 供水系统压力的保障

供水系统的变频节能系统在实际使用中要考虑水泵的转速与扬程的平方成正比的关系, 以及水泵的转速与管损平方成正比的关系; 在水泵的扬程随转速的降低而降低的同时管道损失也在降低, 因此, 系统对水泵扬程的实际需求一样要

降低；而通过设定变频器下限频率的方法又可保证系统对水泵扬程的最低需求。供水压力的稳定和调节量可以通过 PID 参数的调整。当供水需求量减少时，管道压力逐渐升高，内部 PID 调节器输出频率降低，当变频器输出频率低至 0HZ 时，而管道在一设定时间内还高于设定压力，变频器切断当前变频控制泵，转而控制下一个原工频控制泵，变频器在水泵控制转换过程中，逐渐轮换使用水泵，使每个水泵的利用率均等，增加系统、管道压力的稳定性和可靠性。

4 传动之星变频器在供水系统的特点

- (1) 稳定整个系统的正常运行，抗干扰能力强；
- (2) 实现了电机的软启动，延长了设备的使用寿命，避免了对电网的冲击；
- (3) 内置 PID 功能，可接受多种给定、反遗信号；
- (4) 具有节电、市电和停止三位锁定开关，便于转换及管理；
- (5) 保护功能完善，可远程控制；
- (6) 操作简单，具有键盘锁定功能，防止误操作；
- (7) 超静音优化设计，降低电机噪声；
- (8) 高效节能，投资回收快，环保效果显著，可实现节电 20%~40%。

5 结语

传动之星 SD-YP 系列变频器的高性能和完善的功能，使其在各个行业得到了广泛的应用，其中 SD-YP 变频调速装置在各类调速系统中使用时其节能效果对于单台设备可做到 10~60%，在风机水泵这类设备上的应用节能效果对于单台设备可做到 10~50%，在未受到其它因素的影响的情况下一般可取上限或根据压力、流量来调节频率，这些节能效果平均值是由实际数据再进行一些简单的投资回收率的计算可知：变频节能装置的投资回收期一般为 4~15 个月。

参考文献：

传动之星, 深圳市传动之星通用型技术手册, 2006 年 8 月

作者简介：

刘佳畅, 男, 工程师, 主要从事自动化系统与变频调速器的应用与技术研究工作,

公司: 深圳市蓝海华腾技术有限公司

地址: 深圳市南山区西丽江源工业区 23 栋 5 楼

邮政编码: 518055

网址: www.v-t.net.cn

邮箱: lttl2008@126.com

联系电话: 0755-26580801 13510640734