

# 环境试验设备恒压供水系统

ESPEC 爱斯佩克论文集  
Article Corpus

## Environment Test Equipment Constant Pressure Water Supply System

陈刚

信息产业部电子第五研究所  
广州爱斯佩克环境仪器有限公司

CHEN Gang

Center of Analysis the Fifth Research of MII  
GuangZhou Espec Environmental Equipment Co.Ltd

摘 要:本文介绍了一种基于变频器内置PID的恒压供水系统,包括基本原理、特点、应用、以及在水冷型环境试验设备循环冷却水应用的实际作用。

关键词:变频器 内置PID 环境试验设备 恒压供水系统

Abstract: In this paper, The basic principle of the constant pressure water supply system controlled by Inverter's Inside PID is introduced together with its characteristics, application and actually effect to the environment test equipment cycle cooling water system.

Key words: Inverter Inside PID Environment Test Equipment Constant Pressure Water Supply System

### 1. 引言

循环冷却水的压力和流量是水冷型环境试验设备稳定运行的一个重要因素,其直接影响环境试验设备所配置压缩机组的工况以及设备的各项性能指标。当一个试验室有不同数量的环境试验设备切入运行时,或者压缩机组工作组合台数及工况改变时,旧式的循环冷却水系统对负载量的变化缺乏良好的响应,它们一般采用多级水泵工作方式,各级水泵的启动和停止需要人来操作,有时还需要调节进水阀门大小来满足工况要求,既费时又费力,这样会使循环冷却水的压力和流量出现台阶式的跳变,使设备温湿度指标控制不稳定,而且容易出现操作延误,造成压缩机组超压或循环冷却水压过低报警,造成不必要的损失。

工频运行控制方式的水泵电机的转速是不可调节的,其启动电流冲击大,电机寿命短,当供水压力超过所需要的压力值时,不能自动降低水泵电机的转速,能源浪费很大。

本文介绍一种采用艾默生TD-1000系列变频器来构成水冷型环境试验设备恒压供水系统,其优点为控制线路简洁,

成本低,节能,操作简易,可靠性高。

### 2. 系统硬件设计

本恒压供水系统采用艾默生TD-1000系列变频器作为核心部件,利用其特有的内置PID功能和附带的模拟量测量端口以及多种给定方式,很容易构成一个闭环控制系统,主回路R、S、T输入端子三相380V交流供电,变频器输出端子U、V、W直接带负载水泵电机,水泵出水管路上接压力变送器用于水压的测量,压力变送器4-20mA标准信号,通过屏蔽双绞线送到变频器P24、CCI端口,即构成了反馈(主控板cn10可以跳线选择信号类型),给定量可以

通过调节图1所示VREF、VCI、GND电路中的电位器R来实现,也可以通过操作板数字给定,FWD、COM、GND构成正转启动回路。

本恒压供水闭环控制系统如图1所示。

### 3. 电磁兼容性设计

由于变频器的工作原理决定了它会产生一定谐波、噪声和漏电流,并带来系统EMC问题和漏电误动作问题,对主回路和控制回路采取了滤波、屏蔽和严格接地措施,对电路的寄生电容作了细致认真的估算。

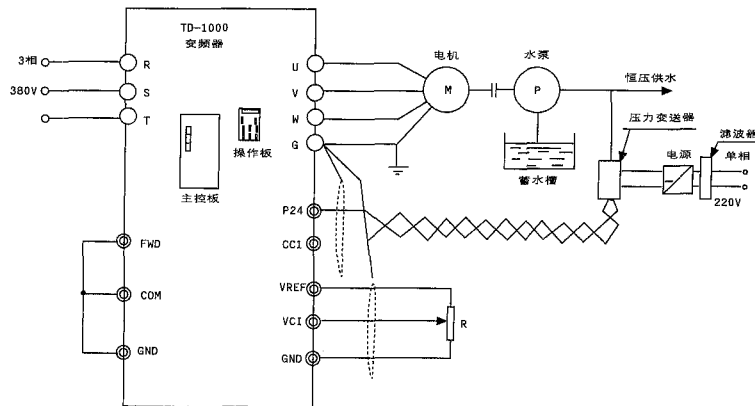


图1 变频器内置PID反馈控制恒压供水系统示意图

表1

功能码	名称	出厂设定	更改设定	说明
F00	运行频率设定方式	0	02	模拟设定
F100	闭环控制功能选择	0	01	模拟反馈闭环
F101	给定量通道选择	1	00	数字设定
F102	给定量数字设定	0.00	4.92	数字设定量
F103	反馈量输入通道选择	1	1	CCI 模拟反馈
F104	反馈偏置电压	0.0	0.2	反馈偏置电压
F105	反馈偏置极性	0	0	正
F106	反馈通道增益设定	100%	10	反馈增益
F107	反馈通道增益极性	0	0	正
F111	比例增益	0.0	200	比例增益
F112	积分时间	0.0	1	积分时间
F113	采样周期	5	0.5	采样周期
F114	偏差极限	0	0.01	偏差极限
F141	运行参数显示	2079	799	运行参数
F38	功能块	0	1	打开

#### 4. 变频器功能参数

数字PID控制简洁, 非常容易实现, 但其控制参数一般都很难调整得十全十美, 本文设计的恒压供水系统, 现场的水冷型环境试验设备很多, 启停频繁造成扰动, 压力采样点较远, 输水管路长, 形成反馈迟滞, 经过现场反复调试, 整定各功能参数设置如表1所示:

#### 5. 变频器内置PID控制恒压供水原理

本恒压供水系统采用变频器操作板数字给定, 对应一个设定电机运行频率, 按照环境试验设备压缩机组工作工况要求, 一般希望循环冷却水压力保持在0.3MPa比较理想, 根据现场环境试验设备压缩机组及水泵的配置量, 将水泵电机运行频率设定在40Hz时, 压力可以稳定在0.3MPa左右, 当试验室有不同数量的环境试验设备运行时, 或者压缩机组工作组合数及工

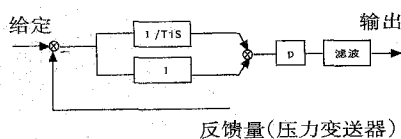


图2 内置PID控制原理框图

况改变时, 水压会相应增大或变小, 通过压力变送器测量反馈, 变频器内置PID控制器自动调节作用量, 经过滤波处理后, 变频器输出一定频率实时调节电机运行转速。

控制框图如图2所示:

#### 6. 工频运转与变频运转比较及节能机理

采用变频运转方式后, 操作方便, 不用人为根据压力增减水泵台数, 提高了工作效率和系统的可靠性, 水压调节较工频运转时更平滑稳定, 水泵电机启动噪声较低, 变频器可以根据需要调节启动和停止过渡时间, 实现水泵电机的软启动, 减轻了对电网的大电流冲击, 也大大延长了水泵电机的使用寿命。

采用变频运转方式后可以大大降低能耗, 其节能机理分析如下:

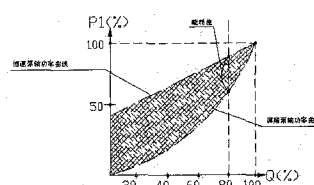


图3 工频运转与变频运转能耗比较示意图

a) 水泵的轴功率与转速的三次方成正比, 具体关系为:  $P_1 = P \cdot (n_1/n)^3$

P——额定功率

$P_1$ ——运行轴功率

n——额定转速

$n_1$ ——运行转速

b) 水泵的流量与转速成正比, 具体如下图3所示:

图3说明:

◇工频运转与变频运转功率与流量之间的关系。

◇阴影区表示变频泵与恒速泵相比较的耗能差。

◇横坐标为流量、纵坐标为功率。

◇当流量是额定流量的80%时, 节能率:  $1 - (n_1/n)^3 = 1 - 0.8^3 = 48.4\%$ 。

#### 7. 结论

采用艾默生TD-1000系列变频器的内置PID来构成恒压供水系统, 实施非常方便, 成本比较低廉, 该变频器集无级调速驱动功能、人机界面、中央处理器(CPU)、测量采集于一体, 在环境试验设备的循环冷却水系统中应用非常必要, 首先, 它可以节约能耗至少35%以上, 一定程度上降低了生产成本, 其次, 对提高环境试验设备运行可靠性、改善环境设备试验性能也有很大的实际意义, 采用该恒压供水系统可以减少维护的工作量, 还可以提高作业效率。该恒压供水系统在投入使用后运行稳定, 达到了预期效果, 得到了一致肯定。◆

#### 参考文献

1. 何克忠, 计算机控制系统分析与设计. 北京. 清华大学出版社, 1989
2. 徐平, 电控设备可靠性工程技术. 西安. 机械工业出版社, 1996
3. 满永奎, 通用变频器及其应用. 北京. 机械工业出版社, 1995
4. 陈伯时, 交流调速系统. 北京. 机械工业出版社, 1996
5. 李序葆, 电力电子器件及其应用. 北京. 机械工业出版社, 1996