

# PLC 模拟量的应用

曹小益  
(湖南郴州职业技术学院 423000)

**摘要:** S7-200PLC 在蒸发式冷水机组上的应用, 模拟量的处理以及模拟量的稳定和抗干扰问题的处理。  
**关键词:** 可编程控制器 蒸发式冷水机组 模拟量处理 抗干扰  
**中图分类号:** TP15 **文献标识码:** A

## 1. 引言

蒸发式冷水机组是一种采用蒸发式冷凝技术, 通过将冷凝器直接置于冷却塔内部, 即可直接获得近似于湿球温度的冷却水温度, 又节省了大功率循环水系统, 并实现制冷系统机组化, 它是现代科技发展新兴的一种技术产品。为达到全自动运转的目的, 并可随时根据用户工艺要求修改控制方式, 采用了 PLC 控制, 通过监测冷媒出口温度高低来控制蒸发式冷水机组的工作。

## 2. 控制内容和要求

控制内容和要求取决于工艺要求、资源、及可操作性等。蒸发式冷水机组涉及到的工艺流程如图 1 所示。首先开冷却水泵、冷凝器冷却风机、冷冻水泵, 然后延时三分钟后开启压缩机, 通过监测冷媒出口温度控制开启或关闭电磁阀 1 和电磁阀 2 来控制由哪个膨胀阀来供液, 使冷媒出口温度下降速率最快而压缩机不会超负荷运转, 造成压缩机高压保护而停机。冷媒出口温度达到时自动停机, 若冷媒出口温度不够时又会自动开机; 这

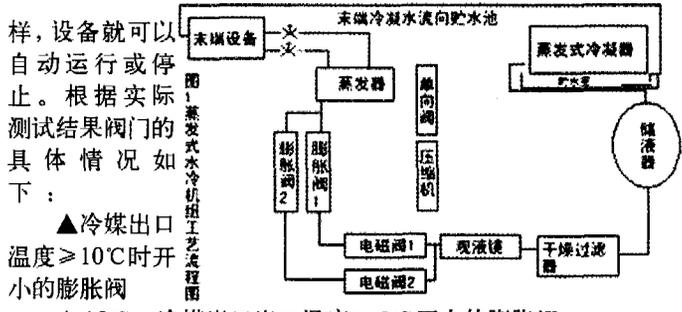


图1 蒸发式冷水机组工艺流程图

- 样, 设备就可以自动运行或停止。根据实际测试结果阀门的具体情况如下:
- ▲冷媒出口温度  $\geq 10^{\circ}\text{C}$  时开小的膨胀阀
  - ▲  $10^{\circ}\text{C} >$  冷媒出口出口温度  $\geq 0^{\circ}\text{C}$  开大的膨胀阀
  - ▲  $0^{\circ}\text{C} >$  冷媒出口出口温度  $\geq 10^{\circ}\text{C}$  开小的膨胀阀
  - ▲  $10^{\circ}\text{C} >$  冷媒出口出口温度  $\geq 15^{\circ}\text{C}$  开大的膨胀阀
  - ▲  $15^{\circ}\text{C} >$  冷媒出口出口温度  $\geq 25^{\circ}\text{C}$  开两个膨胀阀
  - ▲冷媒出口出口温度  $< 25^{\circ}\text{C}$  时开小的膨胀阀

## 3. PLC 选用和硬件配置

综合上述情况考虑开关量输入输出的数量, 模拟量的输入,

$$U\% = \frac{\sqrt{3} \cdot I \cdot (R \cdot \cos\phi + X \cdot \sin\phi)}{U} \cdot 100\% \quad (7)$$

按式(7)的计算得出补偿前供电线路电压损失为 5.61%, 补偿后线路电压损失为 4.82%, 补偿后线路电压损失减少了 0.79%。井下供电电压额定值为 690V, 补偿后供电线路电压降减少 49.3V, 有利于用电设备重负荷启动。

### 3.4 无功就地补偿的缺点

#### 3.4.1 不能全面取代高压集中补偿和低压分组补偿

无功补偿按安装位置和接线方法可分为: 高压集中补偿、低压集中补偿和低压就地补偿。其中就地补偿区域最大, 效果最好。但它总的电容器安装容量比其他两种方式要大, 电容器利用率也低。高压集中补偿和低压分组补偿的电容器容量相对较小, 利用率也高, 且能补偿变压器自身的无功损耗。

#### 3.4.2 大容量电力电子装置, 就地补偿不恰当。

随着大型电力电子装置的广泛应用, 尤其是采用大容量量晶闸管电源供电后, 致使电网波形畸变, 谐波分量增大, 功率因素降低。更由于此类负载经常是快速变化, 谐波次数增高, 危急供电质量, 对通讯设备影响也很大, 所以此类负载采用就地补偿是不安全, 不恰当的。

#### 3.4.3 电动机启动频繁或经常正反转的场合, 不宜采用就地补偿:

异步电动机直接启动时, 启动电流约为额定电流的 4-7 倍, 即使采用降压启动措施, 其启动电流也是额定电流的 2-3 倍。因此在电动机启动瞬间, 与电动机并联的电容器势必流过浪涌冲击电流, 这对频繁启动的场合, 不仅增加线损, 而且引起电容器过热, 降低使用寿命。

此外, 对具有正反转动的场合, 应把补偿电容器接到接触器触头电源进线侧, 这虽能使电容器随电动机的运行而投入。但当接触器断开时, 电容器就会向电动机绕组放电, 引起电动

机自激产生高电压, 这也有不妥之处。若将补偿电容器接于电源侧, 当电动机停运时, 电网仍向电容器供给电流, 造成电容器负担加重, 产生不必要的损耗。

#### 3.4.4 就地补偿电容器不宜采用普通电力电容器

推广就地补偿技术时, 不宜直接使用普通油浸纸质电力电容器, 因为其自愈功能很差, 使用中可能产生永久性击穿, 甚至引起爆炸, 危及人身安全。

电动机并联电容器的就地补偿, 当电动机停运时, 电容器会向绕组放电, 放电电流会引起电动机自激产生高电压。为了保证电动机停运时, 电容器能可靠放电, 应设有放电电路, 而普通电力电容器不具备放电电路。同时其体积大, 重量重, 安装使用不方便, 所以不宜采用。

为此, 就地补偿应使用金属化聚丙烯干式电力电容器, 或专用就地补偿装置。

## 4. 结论

通过以上对无功就地补偿技术优缺点的比较, 可以看出, 在矿井安装、使用无功就地补偿装置, 可以改善电网质量、节约电力、减少安装材料资金, 能取得可观的经济效益, 具有良好的应用前景。

## 参考文献

1. 邓威, 彭文架: 《无功补偿效益及补偿容量的选择方法》, 《机械开发》2001 年第 5 期
2. 邹丽民: 《试论高压无功补偿的智能控制》, 《计算机工程与应用》2004 年第 1 期
3. 马梅林: 《关于异地电动机的无功就地补偿技》, 《工程技术》1998 年第 5 期

定时及连锁等方面情况,选用西门子 S7200系列可编程控制器,型号为 CPU222。这种 PLC 小型、紧凑,在 CPU 中配有 2K 的 EEPROM,可永久性的存储用户程序和其他重要的系统参数;它还装有大容量的电容,供长时间存储所有的数据,而不需要另外安装后备电池;外形尺寸小巧,塑料外壳紧凑,可以直接装在电气控制常用的 35mm 标准导轨上;另外本机带有 8 个输入点和 6 个输出点,还可扩展 2 个模块,包括模拟量模块;机内有 256 个内部存储位,256 个定时器,256 个计数器,足够编程人员使用;内置 24V 直流电源,可供本机数字量、模拟量的输入使用,不必另设直流电源。指令执行速度快,每条指令执行时间为 1.3 $\mu$ s;编程可用手持式编程器,方便现场调试,也可用个人 PC,方便在研制场所编程序及归档文件和打印输出<sup>[1]</sup>。

PLC 配置表:

主机	6ES7212 1BB21 - 0XB0
TD200 文本显示器	6ES7212 0AA20 - 0YA0
模拟量输入扩展模块	6ES7231 0HC21 - 0XXA0

输入输出分配表:

输入点地址	内容	输出点地址	内容
M0.0	启动蒸发式冷机	Q0.0	压缩机
M0.1	停止蒸发式冷机	Q0.1	水泵
M0.2	参数设置	Q0.2	风机
M0.3	状态显示	Q0.3	电磁阀 1
I0.0	压缩机高压保护	Q0.4	电磁阀 2
I0.1	压缩机低压保护	Q0.5	报警指示
I0.2	压缩机过热保护		
I0.3	压缩机油压保护		
I0.4	缺水保护		
I0.5	压缩机运行信号		
I0.6	水泵运行信号		
I0.7	风机运行信号		
AIWO	冷媒出口温度		

#### 4. 模拟量处理

各个开关量控制、定时、计数、连锁等常规控制用顺序控制方式编在主程序中,这里不再叙述。下面重点描述模拟量的处理问题。

作为一个主要控制条件,冷媒出口温度,是通过温度传感器送出口 4—20mA 模拟信号进到控制系统中,CPU 通过模拟量扩展模块 EM232 读取该值,并分析、处理该值,在几个指定的温度值时,输信号去控制相应设备。

和该模拟量有关的几个基本数据:

对于 EM231 和 CPU222 的规定,输入 0—100mA 对应数据为 0—320000,每 1mA 增量,数据为 1600。

冷媒出口温度 0—1000mm 对应着液压传感器输出 4—20mA。液位增量 62.5mm,输出为 1mA。

考虑到温度的波动情况,设定最大波动在 5mm (即增 128 个数),上升时取上限值,下降时取下限值。

编好软件后,输入到 PLC 中,接上仿真开关、信号发生器等,开始调试程序。在调试中发现,模拟量的输入值太大,观察 AIWO,随着信号源从 4—20mA 变化,应该从 0—32000 变化,观察时看到,AIWO 的后三位数字都在跳动,这种情况无法参与控制。经分析和试验,从硬件和软件两方面着手解决。

从 S7—200 的安装手册中可以看出,模拟量模块 A/D 转换间无隔离,这样模块本身抗干扰能力弱<sup>[2]</sup>。但没有该模块的详细电路图,考虑从信号输入端着手,如果输入以参考端接到适当位置,可以减小干扰。最后做了 3 种接法实验:

- (1) A—端独立。
- (2) A—接到 M,而 M 又接地。
- (3) A—接到 M,而 M 不接地。

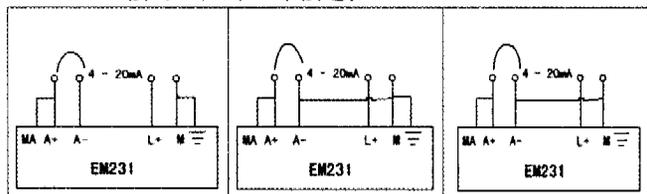


图 2

实验比较以上 3 种情况后,发现第 3 种情况结果最好,如图 2 所示。第一种情况,A 独立,因 EM231 是单端输入,所以 A 如果悬空,信号没有基准,可能干扰大;第 2 种情况,A 接 M 而 M 又同时接地,但在这种水处理现场一般不设为仪表专做的地线,因而接地后,各种强电杂波都可以通过地线串进来,使干扰增强;第 3 种情况,A 接 M 而 M 不接地,成了浮地输入,这种接地常被称为模拟的或小心信号地,在一定情况下可以抑制某些干扰,实验证明使用这种处理方法有一定效果。从编程器读取 AIWO 值,基本上是后两位数字在跳。由于 EM231 的数据位是 12 位,因此在 12 位的 8421 码中,最后一位的一次跳动就是 8,这样,后两位在跳变中也属正常。

针对上述情况,从软件入手,进一步调整了模拟量输入的稳定状况。方法是从 AIWO 取输入值,求多次采样的平均值,依据计算出的平均值输出,去控制蒸发式冷水机组的运行。即:由于 S7—200 的指令处理较快,模数转换时间也短,在几十  $\mu$ s,且模拟量读数灵敏度较高,所以可以采用多次采样的平均值方法,来处理输入值。例如 10 次采样值如下:

16848、16828、16808、16840、16864、16856、16872、16880、16842、16848,这些值最大为 16880,最小为 16808,差值为 72,如果 10 次采样为 128 次,求平均值后放到 VW20 中,这样 VW20 的每次读取时间还在 ms 级,完全满足实际要求(实际观察结果为 AIWO 的变化:164616—14672;VW20 的变化:14647—14651)。经过上述软件的处理后,当 AIWO 中的值只是个位在跳变,且是一个一个跳变,通过调试证明,采集数据双提高了一个数量级。

#### 5. 结束语

另外,由于温度的波动变化会造成阀门的不停开关,于系统不利,可以采用延时检测的方法。即在软件编程上对温度变化保持时间计时,若时间为两分钟(这个时间要通过实验得知)以上才认定温度确实发生了改变,才执行相应的动作。当然,这样做会降低控制精度,但对于制冷或空调行业来说,这部分造成的误差是可以接受的。

在实际使用中发现,在响应时间和精度要求不高的条件下,可以采用这种软件滤波的处理模拟量输入的方法。

#### 参考文献

- [1] 西门子 S7—200 系列 PLC 系列手册
- [2] 西门子 TD200 操作员界面用户手册