

# 双膜法水处理系统的自动控制系统

肖鸿文

金科环境股份有限公司 北京 100018

**摘要:** 本文从底层到上位,从硬件到软件详细介绍一整套双膜法水处理自控系统的结构组成,以阳泉市污水处理厂再生水回用工程为背景,阐述了双膜法装置中从控制单元,设备的控制方式,硬件配置方案到软件设计思路,为以后本行业自控系统的改进和提高提供实践工程经验。

**关键词:** 自动控制; PLC; 画面组态; 双膜法

## 引言

随着国家日益重视水资源的合理再生利用,在倡导节能减排今天,中水回用项目已开始逐步在全国各大中型污水厂兴建,双膜法系统作为中水回用中最为成熟的工艺,应用也越来越广泛。而双膜法系统中独特的工艺要求决定了其自控系统的运行控制逻辑比传统的污水处理工艺要复杂,对自控系统的高效,稳定,及安全等要求也更加严格,在传统的控制技术下,系统效率较低,可靠性差,达不到期望的控制效率;而可编程逻辑控制器即 PLC 结构紧凑、扩展性能良好、性能价格比高、运算指令丰富、编程简单、抗干扰能力强、可靠性高,在工业控制领域得到越来越广泛应用。本文针对双膜法水处理系统中自动控制系统的要求并结合可编程逻辑控制器的特点介绍了一套基于 AB Controllogix PLC 控制的双膜法水处理自动控制系统。

## 1 项目背景及工艺介绍

本项目位于阳泉市污水处理厂,总建设规模为30000吨/天,一期规模15000吨/天。利用阳泉市污水处理厂过滤后的水为系统的进水,采用超滤+反渗透的双膜法水处理工艺,产水达到饮用水标准,用于热电厂用水以及外输给开发区生产企业。

双膜法水处理系统主要工艺为超滤和反渗透,其中超滤系统主要过滤水中的胶体、固体颗粒、病毒、细菌、隐性孢子等,保证了过滤后的出水,不含任何悬浮物,可作为反渗透系统的入水;反渗透系统主要截留所有溶解性盐及分子量大于100的有机物,去除水溶液中除氢离子、氢氧根离子外的其它无机离子及低分子有机物,使最终的产水脱盐率达到99%,达到饮用水标准。

目前国内双膜法技术应用已比较成熟,在中水回用领域有着广阔的发展空间。

## 2 检测控制设备

双膜法装置于现场的主要控制设备包括:气动阀

门,电动阀门,水泵,加药泵等;监测仪表包括压力变送器,静压式液位计,电磁流量计,浊度仪,电导仪,PH/ORP仪等。

### 2.1 气动阀门:

气动阀门主要用于超滤主机,为保证设备安全,阀门形式均选用双作用开关阀,每套主机包括有:进水阀门,产水阀门,反洗进水阀门,反洗出水阀门,4个底排阀,4个排气阀,以及完整性检测进口阀及出口阀一共14个阀门,其中进水,产水阀门及反洗进水,出水阀门采用双控电磁阀控制,防止设备突然停电阀门的误动作,保证设备安全。

### 2.2 电动阀门:

电动阀门用于反渗透主机,每套主机包括:进水电动阀,大水量冲洗电动阀,浓水排放电动阀,不合格水排放电动阀一共4个阀门。电动阀门控制均为全开全关形式。

### 2.3 水泵:

水泵为整个膜系统装置提供动能,主要水泵包括超滤供水泵,反洗泵,反渗透供水泵,高压泵及大水量冲洗泵等。其中除大水量冲洗泵外均采用变频控制,可根据工艺条件变化调节各工艺段的流量参数。

### 2.4 加药泵:

加药系统包括超滤反洗加药及反渗透系统加药,其中超滤加药泵采用气动隔膜泵,分别为盐酸加药泵,次氯酸钠加药泵,氢氧化钠加药泵,根据不同的超滤化学加强反洗状态(可分为酸洗与碱洗)启动对应的加药泵;反渗透加药泵采用电磁隔膜泵,包括有还原剂加药泵,阻垢剂加药泵和非氧化杀菌剂加药泵,均在反渗透运行中使用。

### 2.5 检测仪表:

在膜系统各工艺段分别安装有各类的检测仪表,实时监控设备运行状态。超滤进水及反洗装置设有流量计,可通过变频器调节水泵转速控制流量,超滤主机上装

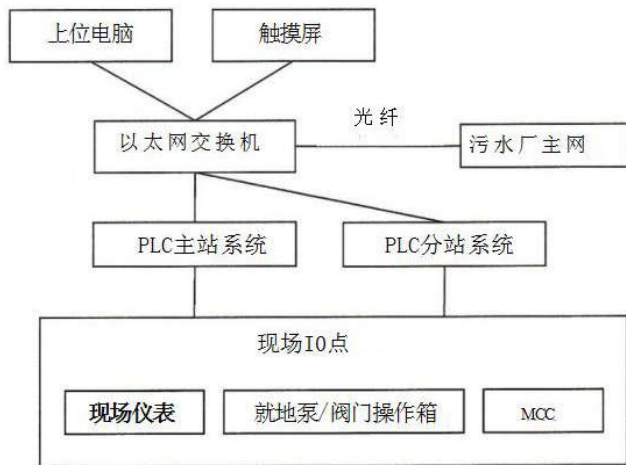
设有进水和产水的压力变送器,可检测超滤运行的压差变化,以确定反洗时采用何种药剂,另外超滤产水装有浊度仪表以实时检测超滤产水水质。反渗透进水装有PH, ORP, 电导等仪表观察进水水质参数;高压泵前后设有压力开关保护水泵,还可检测保安过滤器内滤芯污堵情况;主机各膜段装有压力变送器,产水侧装有专用于测量低电导的电磁流量计,通过各段膜前后压差及产水流量的变化以确定化学清洗时间;产水侧的电导仪表结合进水电导,可换算出整个膜系统的产水脱盐率。在各水池上装有静压式液位计,实现低液位连锁以保护水泵。

### 3 自动控制系统

#### 3.1 系统组成

自控控制系统包括:现场仪表、就地操作箱、PLC系统,上位机及触摸屏。

控制系统网络图如下:



PLC系统是现场设备与上位系统的桥梁纽带,一方面它采集现场仪表、变送器、设备运行状态等信号,另一方面它又与上位监控中心通讯,执行有关命令。PLC系统接受泵的运行证实,故障及远程信号、阀的开证实和关证实信号、现场仪表模拟量信号等,通过内部程序进行逻辑时序运算,信号处理等,输出对应的水泵的启停信号、阀门的开关信号等,完成对设备的自动化控制。

#### 3.2 控制方式

本项目工艺设备控制方式分为现场就地操作、远程手动操作及远程自动操作。

现场就地操作方式:现场控制箱按钮为“就地”状态时,设备只能在按钮箱处就地操作,此时无论上位机画面中的设备显示何种状态,均无法在上位机对设备进行操作。

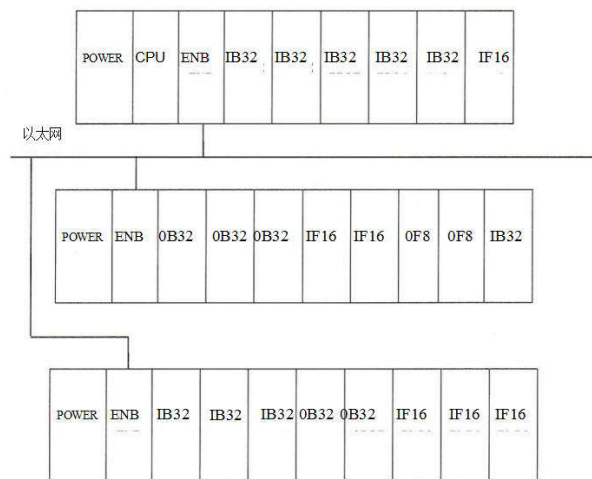
远程手动操作方式:现场控制箱按钮为“远程”状态时,设备可以在上位机上进行操作。此时将上位机画

面中的设备切为“手动”状态,可单独对该设备进行操作,该控制方式既为设备的远程手动操作方式。

远程自动操作方式:现场控制箱按钮为“远程”状态时,同时将上位机画面中的设备状态切为“自动”,对应的设备控制方式即为远程自动方式,设备将连锁于自动程序,在整个系统开始自动运行后,按照工艺流程顺序自行启停。在本装置处于正常的情况下,设备均应采用此类控制方式。

#### 3.3 PLC硬件设计

PLC系统采用AB Controllogix系列。控制系统的检测和控制点数总计有568点,其中数字量输入288点,数字量输出160点,模拟量输入96点,模拟量输出24点。硬件结构图如下:



#### 3.4 上位系统

控制系统上位机采用DELL品牌台式机,另有一台AB15,触摸屏作为就地操作站。组态软件采用杰控的FameView组态软件,上位组态软件通过OPC接口与PLC进行通讯。

所有被控对象及过程参数通过上位系统进行集中监控。上位系统将自动对各参数进行检测、数据处理、制表、报警及趋势查询。根据运行人员在上位机操作员站发出的命令,PLC将自动完成各局部工艺系统的顺序启停。

当系统发生异常、或故障时,能通过连锁保护自动切除有关设备及系统;同时进行事故记录,并对异常参数或状态进行事故追忆。

### 4 软件设计

#### 4.1 PLC程序设计

编程软件采用为RSLogix5000编程软件,本套PLC程序共设计了六大程序功能块,以实现本系统运行的全部功能,各程序块功能设计功能如下:

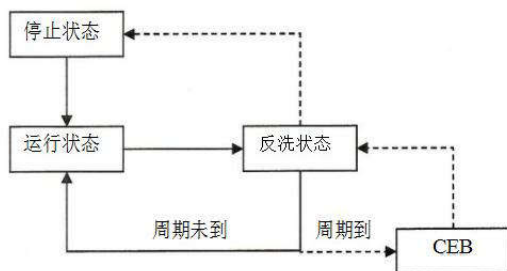
初始化程序块 (Equ Initial)：用于系统上电后的设备各运行参数的初始化，包括PID 模块各设定值，各工艺流程时间，周期等；

设备I/O接口块 (Equ Interface)：用于切换实际设备与虚拟设备，在调试期间使用的模块，可仿真实际的设备启停状态；

模拟量处理 (AI convert)：处理模拟量信号，主要包括小流量切除，累计流量的计算及编写PID 控制算法；

报警连锁 (Alarm and deal)：将设备运行时发生的各类报警连锁信息集中处理，主要有：阀门、水泵的故障信号，各仪表数据的上下限报警，设备运行状态的错误信号等；

超滤主程序 (UF main)：超滤的自动运行程序。超滤装置在水处理设备中属于控制比较复杂的设备，运行过程中包括了运行状态，反洗状态，及化学加强反洗状态 (CEB)：三个主要阶段，超滤在正常运行30分钟后，进行一次约2分钟的反洗，反洗水量约为运行流量的3倍，在反洗进行一定的周期或其压差上升到极限值后，超滤膜需要进行一次化学加强反洗，即CEB操作，运行程序逻辑框图如下：



反渗透程序 (R0 main)：反渗透的自动运行程序。

反渗透运行自启动后将

连续运行，直到人工停止或水位连锁停机，在设备停机运行框图如下：



#### 4.2 上位组态程序设计

上位组态软件采用杰控的 FameView 组态软件，软件与PLC采用OPC 方式通讯。

画面的设计包括了：设备运行状态的主监控画面，超滤和反渗透的自动运行操作画面，单元设备（水泵阀门）操作窗口，报警信息画面，历史趋势画面，数据报表记录画面。

主监控画面如下：



#### 4.3 其它

本系统所有运行数据通过AB的RSLinx通讯软件提供的OPC接口与外部进行数据交换，在远程中控机上通用使用该接口调用PLC运行数据，完成与污水厂全厂的自控组网连接。

#### 结束语

本文根据双膜法水处理工程经验，介绍了整套双膜法水处理中的自动控制系统，阐述了水处理流程中工艺要求和与之配套控制系统，叙述了控制系统结构，硬件配置方案和软件的设计。本次工程采用的AB PLC有着性能稳定，编程方面的特点，在本装置中起到了良好的控制效果；上位采用的杰控FameView 组态软件，在国内也有着广泛应用，因其比较符合国内编程人员的使用习惯，应用起来更加的方便，快捷。本项目已稳定运行多年，可作为一套成熟的双膜法控制系统的典型案例。

#### 参考文献

- [1]何灿星，隋邦锤，崔春卫自动控制在中水回用系统中的应用山东煤炭科技 2008年第4期
- [2]许纯昕基于AB-PLC控制的电厂水处理系统南通航运职业技术学院学报第4卷第4期2005年12月
- [3]康丽萍市政污水回用深度处理中双膜法的应用甘肃科技第26卷 第14期 2010年7月