

自来水厂监控系统的应用

黄钊 李石先 (湖南省经济研究信息中心 410011)

摘要:本文针对自来水厂各工艺过程的特殊性,就各种常用控制方法的优、缺点进行了分析比较,并以一具体工程实例,介绍一种较新的控制器件及实现方法——多 RTU 监控系统及其在自来水厂控制领域中的应用。通过引入多 RTU 监控系统,为国内自来水厂监控系统的高起点技术改造提供一种有益的方法。

一、前言

作为城市供水的自来水厂,其不间断的日持续供水能力,在经济建设及日常生活中举足轻重。反冲洗过程是自来水厂的关键工艺流程,其平均无故障时间的长短、准确、可靠的控制方法,直接关系到水厂的供水能力和供水质量,对于自来水厂的建设显得十分重要。

不同的自来水厂实现反冲洗这一工艺流程,在如何保障设备不出故障、尽可能提高出水效率、逐步实现工艺流程自动化方面有多种处理方法。近些年来,工控机及工业用可编程控制器技术得到了较大的发展,许多先进的自来水厂都采用了这种控制技术。它减少了 A/D、D/A 转换器、开关量输入/输出、计数器、定时器等外部硬件联接,提高了系统的可靠性。但是这种控制方式使系统软件编制、调试难度增大,不利于计算机控制网络系统的

形成,且其 STD 总线模板尺寸小,不能在一块模板上做到与高档 PC 机兼容,这在外设上尤为突出。采用这种控制方法,交互式能力差,可靠性总的来说并不高,外设负载能力不强,开发的软件人机界面差,使用局限性大,容易出差错,因此这种方法的缺点在反冲洗过程中尤为突出。

二、多 RTU 监控系统实施方案

多 RTU 系统是实现分布式组网控制的一种较新的方法。目前常用的系统有:美国 Allen-Brandley 的 PLC, Honeywell 的 DCS 及 Motorola 的 RTU。Motorola 公司的 RTU 系统工程造价低,控制技术独特、稳定可靠,易于组网和分布式控制,很适于自来水厂的自动控制,易于为国内厂家所接受。笔者以 94 年在南方某城市参加的自来

水厂多 RTU 自动控制系统设计为例予以说明。

根据国内自来水管网的工艺流程,我们选用了 Motorola 的 RTU 的主、从式结构产品,运用 Multi-Drop 通信方式,采用国际标准 MOTIF 全图形高分辨率(1280 × 1024)开放式(open system)软件包。控制系统分为 PLC 系统、DCS 集散系统及 RTU 远方终端系统。中央计算机可以采用从 80486 微机到 DEC ALPHA 系列的 64 位机,操作系统可选用 DOS/WINDOWS/UNIX,采用树结构多层控制取水泵站、滤池、加氯站、加药站、反冲洗、清水池等多级控制对象,包括相关联的电动机控制中心,充分体现了分布式组网控制的优越性,实现了反冲洗整个工艺流程的自动化程序操作及全封闭无蝇、无菌的高等级卫生标准要求,从而也就实现了自来水厂供水工艺过程的自动化操作,使其供水能力、供水质量均大大的上了一个台阶。当然,这种控制系统的造价比采用工控机及可编程控制器要高得多。

下面分步介绍这种控制技术的实现过程。

三、多 RTU 监控系统方案实施

整个水厂 CIPS(Computer Integrated Processing System)计算机内部过程控制系统低成本、高性能/价格比的网络体系结构。

多 RTU 监控系统采用主、从 RTU 方式控制,网络分为五个层次:水厂工厂级、水厂各车间级、单元级、工作站级、设备级。依照此种关系,对自来水厂整个工艺流程的工程数据同样分成对应的层次数据,实现各工艺流程的计算机有线或无线通信方式,由四个层次:计划层、协调层、监督层、控制层或传感器层组成。

·计划层:是最高控制级,它的数据流规划时间量级为月,由宽带 MAP 或基带 CSMA/CD 构成计算机之间的通信,并提供视频链路。

·协调层:主要负责水厂各分厂的生产 and 辅助性工作,它的数据流规划时间从几天到几周,由宽带令牌总线或载波带 MAP 将动力中心、控制室中的控制器和仪表系统连接起来。

·监督层:主要任务是监督现场的工作状态,支持协调自来水厂整个工艺流程各环节的生产,其数据流规划时间从几小时到几分钟。它由载波带令牌总线、基带 CSMA/CD 或低成本令牌总线连接。

·控制层或传感器层:它是取水、净化、消毒、反冲洗、清水池保持水位、加压供水站的前沿系统,处于有线或无

线通信网络的最底层,它完成具体的生产及其协调任务,其数据流规划时间从几毫秒到秒。它由现场总线在这个层次上将传感器和拖动器等各种现场智能仪表和控制仪器连接起来。

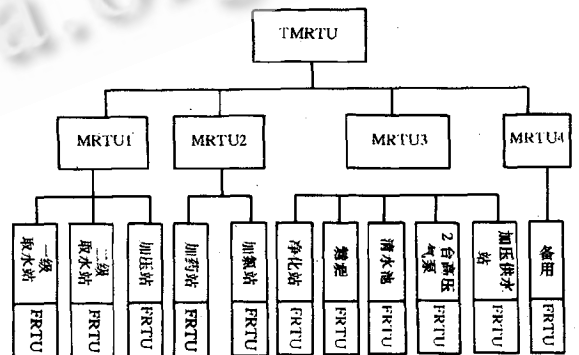
该结构图中,现场设备指的是最低层次检测、控制、监测、计算、执行等设备,包括传感器、控制器、智能阀门、带微处理器和存储器的各种工业仪表产品等。

整个自来水管网的控制过程由连续控制过程及离散控制过程组成,因此形成一个由被控制过程、数据融合机制、传感器及拖动器组成的现场总线网络闭环通信控制系统 FCNS。这个网络体系结构及其所采用设备,借鉴了 Motorola 公司在国外自来水行业成功经验及国内自来水厂的特点,形成了一个实时控制、安全、准确、可靠的控制环境。经过一段时间的投产运行,表明该控制系统能安全、准确、可靠地运行,基本上实现了初步设计时的全自动化程序操作、全封闭无蝇、无菌卫生等级要高的这一设计要求。图中网络类型说明如表 1。

表 1 网络类型及系统选型

类型	传输协议	数据速率	连接距离	使用场所
1	宽带令牌总线	3 × 10Mbps	10km	全厂网络联接
2	载波带令牌总线	5Mbps	1km	各工艺流程站
3	基带 CSMA/CD	10Mbps	2.5km	泵房及工作站
4	低成本令牌总线	2 - 0.2Mbps	1km	各工艺流程站
5	现场总线网络	2 - 0.01Mbps	0.2 - 1km	动力控制中心

多 RTU 监控系统控制方框如图 1 所示:



注:TMRTU 为总控主 RTU; MRTU 为各级主 RTU; FRTU 为副 RTU。

图 1 多 RTU 监控系统控制方框示意图

四、反冲洗工艺流程多 RTU 监控系统实施

反冲洗过程流程图如图 2 所示:

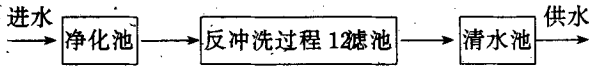


图 2 反冲洗过程流程图

反冲洗过程采用 RTU Multi - Drop 的控制方式,分成主、从二级结构。

反冲洗工艺过程:12 个依次对称的 V 型滤池,由 12 个可扩展的副 RTU 控制,12 个 V 型滤池由两台自投、互为备用的高压压缩气泵实现气冲洗,每个滤池有一个清水进水管,由一个模拟信号的阀门控制,阀门信号连续可调整,一个排水管道,一个出污水管道,均由数字信号阀门控制。反冲洗工艺流程运行时,系统要提供安全保护,包括灯闪烁及响铃提示信息,随时检查净化池,清水池供水的浊度是否符合标准。

反冲洗多 RTU 监控系统控制框图如图 3 所示:

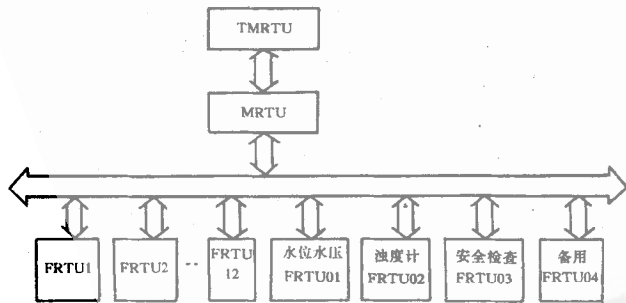


图 3 MRTU、FRTU 主从控制方框图

备注:TMRTU 为总控主 RTU; MRTU 为主 RTU; FRTU 为副 RTU。

反冲洗多 RTU 监控系统控制步骤如下:

1. FRTU 控制步骤

(1)控制对象发出反冲洗请求,包括 a. 主 RTU 命令;b. 键盘输入请求;c. 净化池、清水池水位信号请求;d. 浊度计信号请求。

(2)开始反冲洗前,系统提供安全保护,a. 关闭气阀;b. 关闭清水阀;c. 关闭排水阀;d. 滤池进水到一定程度,关闭水阀。

(3)气冲洗。

(4)水、气合冲洗,此时开启进水阀,排去污水。

(5)水冲洗,此时关闭高压气阀。

(6)开启排水阀,排去污水,水位计测量到一定水位,随即反馈信号。

(7)开启进水阀,排去污水,水位计测量到一定水位,随即反馈信号。

(8)关闭进水阀。

(9)PID 调节清水阀,保持滤池水位、清水池水位,检测净化池水位,并反馈信息。

2. MRTU 控制步骤

(1)根据滤池个数控制多个 FRTU,通过接受各滤池反冲洗请求信号来确定控制对象。

(2)分配水冲洗阀,气冲洗阀,从中选择一组对应的水冲洗、气冲洗或者两者混合冲洗。

(3)根据 FRTU 与 MRTU 的通信方式,控制两台气泵及水泵的动作,并提供安全保护,包括灯闪烁及响铃报警信息。

反冲洗多 RTU 监控系统软件设计流程图及方框图省略。

反冲洗工艺过程的多 RTU 监控系统的软件编写,采用 PC 机仿真编程。其软件开发工具为 TOOL BOX-ES3.0。首先编制逻辑梯形图,设置组态,然后建立数据库,选择项目操作,最后分块编译,编译成功后用 DOWN LOAD 方式将代码写入 RTU。软件编制采用模块方式进行,先编写主、副 RTU 工作模块,再完成各 RTU 之间的通信模块。上述整体功能完成后,再综合调试,确认无误后才能就整个实际装置系统加电调试,试车运行。

五、结论

Motorola 公司的多 RTU 监控系统在南方某水厂的建设中首次采用,经过 7 个月的试车运行,状态良好,达到了设计要求。目前整个监控系统运行安全可靠,性能测试好,操作维护方便,监控系统早已正式投产运行。

多 RTU 监控系统的设计方案,对保障自来水厂的关键工艺流程 - 反冲洗过程的高可靠性、安全性及满足卫生标准的要求,实现操作过程全封闭自动化操作,在行业的推广运用将起到借鉴作用。