

基于 Modbus 的分布式控制网络在污水处理中的应用

陈梅,朱小丽,李鑫,陈薇

(合肥工业大学 电气与自动化工程学院,安徽 合肥 230009)

摘要: 分布式控制网络可以提高系统的自动化程度,使得控制更便捷、精度更高、且减少了布线。介绍了基于 Modbus 的分布式控制网络的组成,包括传感器设备、变频器、触摸屏、PLC 及 PC 工作站。重点描述了计算机网络与控制系统之间的工作原理及流程。该控制网络在巢湖污水处理系统的运行结果表明,其性能可靠,具有工程推广价值。

关键词: 分布式网络; Modbus; PLC; 污水处理; 变频器通信

中图分类号: TP27

文献标识码: B

文章编号: 1674-7720(2011)15-0047-03

Application of distributed control network in sewage treatment system based on Modbus

Chen Mei, Zhu Xiaoli, Li Xin, Chen Wei

(School of Electrical and Automation Engineering, Hefei University of Technology, Hefei 230009, China)

Abstract: Distributed control network can improve the degree of automation, make the control easy, improve the accuracy, and reduce wiring. This paper describes the composition of the distributed control network which based on the modbus, including sensor device, inverter, touch screen, PLC and PC workstation. It focuses on the working principle and process between the computer network and the control system. The engineering verification result of the control network in Chaohu sewage treatment system shows that it is reliable and deserves to be spread widely through.

Key words: distributed control network; Modbus; PLC; sewage treatment; inverter communication

分布式控制系统是生产过程监视、控制技术发展和计算机与网络技术应用的产物。分布式控制网络使得控制更便捷,精度更高,并减少了布线,大幅度提高了生产过程的安全性、经济性、稳定性、可靠性和自动化程度^[1-2]。

Modbus 是工业控制器的网络协议中的一种。此协议支持传统的 RS-232、RS-422、RS-485 和以太网设备。许多工业设备(如 PLC、DCS、智能仪表等)都在使用 Modbus 协议作为它们之间的通信标准,不同厂商生产的控制设备可以直接连成工业网络,无需转化器件,降低了工程的成本。由于 Modbus 协议的通用性和经济性,Modbus 通信被广泛应用于电力、化工、冶金等领域。本文介绍了基于 Modbus 的分布式控制网络在污水处理系统中的应用和实现。

1 系统构成

1.1 污水处理的生产工艺

该污水处理系统的生产工艺如图 1 所示。污水由进

水泵首先流进缺氧池,在缺氧池内搅拌均匀后,流入厌氧池;经过厌氧池搅拌和氧化还原反应,进入好氧池;在好氧池内曝气,通过调节曝气量的大小来控制好氧池的含氧量(DO 传感器值),然后流进预缺氧池(SW 池);经过化学药品处理和反冲洗等工艺,进行降氧;最后流进膜生物反应器池(MBR 池),进行进一步微生物生化反应和过滤。在 SW 池和 MBR 池均要打回流,回流比根据各池的传感器值和进水量设定。

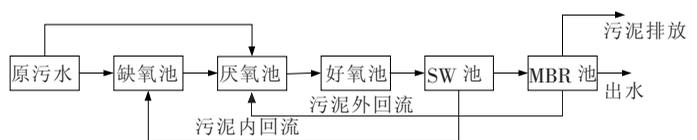


图 1 污水处理系统生产工艺

1.2 控制对象

该污水处理系统的控制对象为 PC 机、PLC 和 6 台变频器,分别控制缺氧池、厌氧池、SW 池的搅拌棒和

《微型机与应用》2011 年第 30 卷第 15 期

网络与通信 Network and Communication

SW池、MBR池的回流泵以及好氧池的曝气风机；各池的流量计、含氧量传感器DO和ORP传感器。系统控制框图如图2所示。

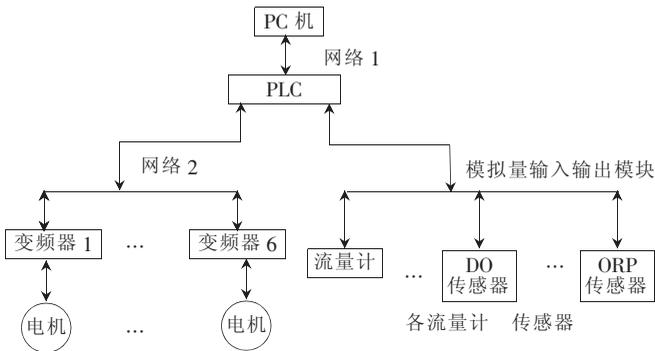


图2 污水处理系统控制框图

系统采用一台PLC作为控制系统的主控制器,并扩展了模拟量输入输出模块以连接各传感器。PLC采用S7-200系列CPU226模块,由变频器拖动行走电机运行,使用变频器可实现电机的软启动、无级变频调速和快速停车等功能。变频器根据电机参数及变频范围,选用ABB ACS510-01变频器,PLC与变频器之间采用基于Modbus总线的串行通信,通过Modbus总线通信可以控制大功率变频器的启停和给定参考速度,并且可以实时读取变频器的主要运行参数,如功率、电流、电压和输出频率等。采用PC机作为人机界面的总体设计方案,上位机即为个人PC机或工业平板电脑。

2 通信协议

Modbus通信协议是工业控制网络中用于对自控设备进行访问控制的主从式通信协议,由Modicon公司开发,在工业控制网络中得到了广泛应用。本系统的PLC和多台变频器以及上位机和PLC之间均采用Modbus协议RTU模式进行通信。表1为Modbus RTU模式下信息帧格式^[3]。

表1 Modbus RTU模式下信息帧格式

前导标志码	地址域	功能域	数据域	校验域	结束码
T1-T2-T3-T4	8 bit	8 bit	N×8 bit	16 bit	T1-T2-T3-T4

(1)地址域

地址域为被查询的从节点设备的地址,它所表示的从节点的有效地址范围是0~247,其中0表示广播地址。

(2)功能域

8 bit功能域的有效编码是1~255,用于说明从节点要完成的功能。例如功能码03H表示读寄存器,用于读取从节点的寄存器;06H为设置从节点的单个寄存器;10H为设置从节点的多个寄存器。

(3)数据域

数据域包括本帧数据域的字节数量、数据字节1~n,这些数据字节可以是I/O值、状态数据或其他测量控

制信息。

(4)校验域

在Modbus通信协议中的帧校验通常采用CRC循环冗余校验。整个信息帧以连续的数据位流进行传输,CRC从地址域开始对报文帧的所有数据集进行校验。

3 系统实现^[4-5]

本系统包括上位机和PLC以及PLC和变频器之间的通信网络。网络1上位机监控系统通过读连续寄存器指令实时读取PLC存储区内容实时显示并做相应控制。网络2由控制器PLC实时采集现场传感器数据并通过Modbus总线实时读取变频器运行参数以及故障记录等存放在对应的存储区中。同时,上位机可通过写寄存器指令将相关的PLC输出位如阀门开关等和变频器运行参数(如速度、频率)写入PLC的相应存储区,再通过网络2的Modbus总线由PLC写入变频器。

3.1 PLC设置

S7-200支持多种网络通信方式,S7-226型PLC上有两个RS-485通信口(port0和port1),每个口各自独立,有自己的网络地址、通信速率等参数设置。通过将通信口连接至不同的设备可以同时PLC置于不同的网络中。

本系统中,网络1由上位机通过port0口与PLC连接,在网络1中,PLC作为从站,其通信设计流程如图3所示。网络2由PLC的port1口连接到变频器的Modbus总线上,在网络2中,PLC作为主站,其通信设计流程如图4所示。port0口和port1口支持三种通信协议:PPI协议、MPI协议和自由口模式。S7-200编程软件Micro/WIN提供了Modbus RTU指令库,通过自由口模式实现Modbus通信功能,在程序中通过调用相应指令库编程即可进行相关通信操作。因此,本系统将port0口和port1口均设为自由口模式。

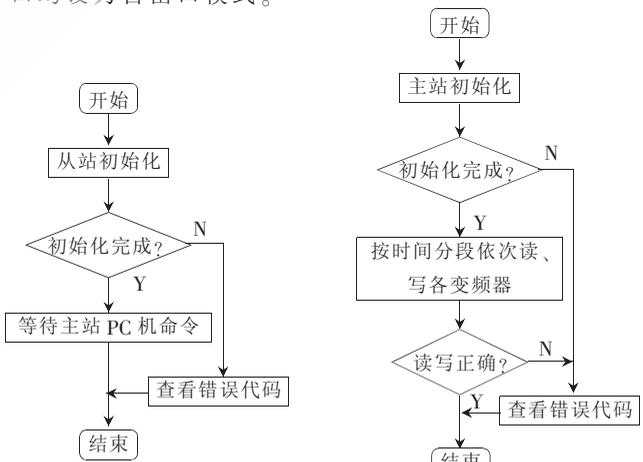


图3 网络1中PLC通信设计流程 图4 网络2中PLC通信设计流程

3.2 变频器配置

ABB ACS510变频器内置现场总线,支持Modbus RTU模式。表2为ASC510支持的Modbus功能码。本系

网络与通信 Network and Communication

统主要用到的是读多个保持寄存器和写多个保持寄存器指令。

表 2 变频器 modbus 支持的功能码

功能	代码	功能	代码	功能	代码
读取线圈状态	0x01	强制单个线圈	0x05	写多个保持寄存器	0x10
读离散输入状态	0x02	写单个保持寄存器	0x06	读/写多个保持寄存器	0x17
读多个保持寄存器	0x03	故障诊断	0x08		
读多个输入寄存器	0x04	强制多个线圈	0x0F		

为了激活串行通信,将与 Modbus 总线通信相关的主要参数设置如下:参数 98 组(ENCODER MODULE)中的参数 9802(COMM PROT SEL)设为 1(标准 Modbus);参数 9807 (COMM PROFILE)设为 1(ABB DRIVES);根据主站的通信格式设置参数 53 组(STANDARD Modbus)中有关波特率、数据长度和校验方式的参数,其中参数 5302(EFB STATION ID)设为相应的站号,本系统设置 6 台变频器的站号依次为 1~6;参数 5303 (EFB BAUD RATE)设为 9 600(9 600 b/s);参数 5303(PARITY)设为 0 (8 bit,无校验,1 bit 停止位)。变频器被读取的参数组主要为第 1 组运行数据,第 4 组故障记录,需要通过上位机设置进行控制的主要是第 12 组恒速设定。

3.3 上位机实现

上位机监控程序利用 VB6.0 提供的 ActiveX 串口通信控件 MSComm 编写。在 VB6.0 的工程部件中引用 Microsoft Comm Control 6.0(MSComm),同时设置其相应的属性值^[6]。当串口有通信事件(发送或接收数据)发生时,通信控件发出 OnComm 事件,处理发送或接收到的数据,并在定时器内将接收到的数据实时分离出来显示在监控界面上。对各池的流量、DO 值、ORP 值做实时曲线显示并实时将数据存入数据库,以便进行历史数据查询和报表输出。图 5 为上位机监控的主画面。

该基于 Modbus 的分布式控制网络在巢湖污水处理系统中投入运行,系统的自动化程度得到了很大的提高,操作方便、灵活、可靠,减轻了现场工人的劳动强度,产品质量得到了有效的保证。而且,系统因采用了数字通信,所以布线简单,节省了大量模拟控制必需的控

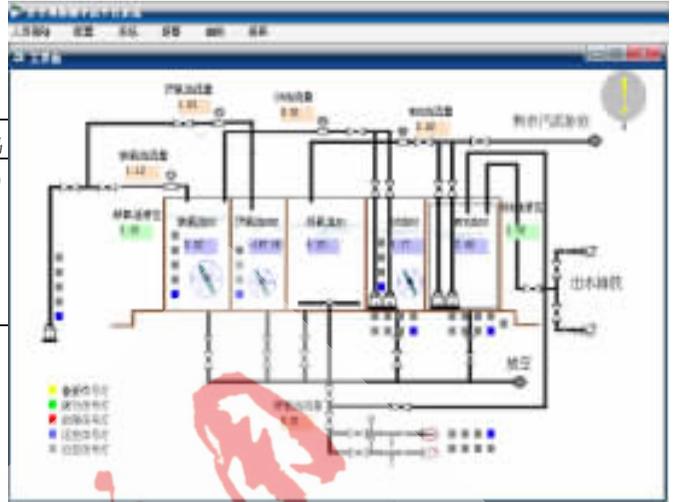


图 5 上位机监控主画面

制器件,降低了成本,具有工程推广价值。

参考文献

- [1] 阳宪惠.现场总线技术及其应用(第二版)[M].北京:清华大学出版社,2008.
- [2] 白焰,吴鸿,杨国田.分散控制系统与现场总线控制系统[M].北京:中国电力出版社,2000.
- [3] 阳宪惠.工业数据通信与控制网络[M].北京:清华大学出版社,2003.
- [4] 李雪梅,徐红,姜兰芳.基于 Modbus/TCP 的分布式污水处理系统[J].计算机工程与应用,2005(11):202-204.
- [5] 杨明华,韩梅,唐艾文.基于西门子 PLC 的污水处理系统[J].电脑开发与应用,2010,23(6):6-7.
- [6] 吴笑风,杨佩琪,鲁远耀,等.基于数字通信的 PLC 控制系统[J].计算机应用,2002(6):43-45.

(收稿日期:2011-04-08)

作者简介:

陈梅,女,1963 年生,副教授,硕士,主要研究方向:自动控制,计算机控制。

朱小丽,女,1986 年生,硕士研究生,主要研究方向:现代控制理论及其应用。