

DOI :10.3969/j.issn.1004-6933.2011.06.018

基于 WebAccess 污水处理监控系统的设计与应用

吕国芳¹,姬东锋¹,郑晓英²,王 平¹,朱宁伟²,冉 涛¹,晋成凤¹

(1.河海大学能源与电气学院,江苏 南京 210098;2.河海大学环境学院,江苏 南京 210098)

摘要 针对太湖流域污水处理示范工程,结合无锡某污水处理厂污水处理工艺改造的需求,在自行设计并建立的污水处理组合工艺中试装置系统中,实现其运行自动控制。使用研华 WebAccess 网际组态软件作为上位机的人机交互界面,使用 GE VersaMax PLC 完成数据采集和系统的控制,实现系统自动运行和远程监控。自 2009 年投入使用以来,完全实现了污水处理自动控制的各项要求,至今运行良好。

关键词 污水处理 ;WebAccess 数据采集 系统控制 ;人机交互界面 监控系统

中图分类号 TP211 **文献标识码** B **文章编号** 1004-6933(2011)06-0075-04

Design and application of sewage treatment monitoring system based on WebAccess

LÜ Guo-Fang¹, JI Dong-Feng¹, ZHNEG Xiao-Ying², WANG Ping¹, ZHU Ning-Wei², RAN Tao¹, JIN Cheng-Feng¹

(1. College of Energy and Electrical Engineering, Hohai University Nanjing 210098, China 2. College of Environment, Hohai University Nanjing 210098, China)

Abstract :Based on the sewage treatment demonstration project in the Taihu Basin, an automatic control operating system was established in the testing system of the self-designed and constructed sewage treatment combined process, with consideration of the demands for reform of the sewage treatment process at a sewage treatment plant in Wuxi City. The automatic operation and remote monitoring of the system were realized through data collection and system control by GE VersaMax PLC, with the internet configuration software WebAccess as the human-machine interface of the host computer. Since its application in 2009, the system has met all the requirements for the automatic control of sewage treatment and has been working well.

Key words :sewage treatment ; WebAccess ; data collection ; system control ; human-machine interface ; monitoring system

太湖流域的水质下降近年来颇受关注,污水处理成其为热点。针对太湖流域复杂的污水水质,水处理技术集成及工艺优化组合成为必然,水处理系统构成趋于复杂,对其运行自动化提出了更高的要求。针对太湖流域污水处理示范工程,结合无锡某污水处理厂污水处理工艺改造的需求,笔者在自行设计并建立的污水处理组合工艺中试装置系统中,探讨并设计了自动控制系统,实现其运行自动控制。该系统使用研华 WebAccess 网际组态软件作为上位机的人机交互界面,使用 GE VersaMax PLC 完成数据

采集和系统的控制,实现系统自动运行和远程监控。

1 中试规模污水处理工艺流程和工艺要求

中试装置设计污水处理规模为 2 m³/h,采用传统 A²/O 脱氮除磷工艺和 MBR 膜分离技术相结合的 A \ A \ O(MBR)组合工艺。如图 1 所示,经潜污泵提升后,污水首先经过 1 mm 的超细格栅,去除污水中的漂浮物和大颗粒污染物,然后进入调节池,经调节池均质后,依次进入厌氧池,缺氧池,好氧池和 MBR 池,经抽吸泵的抽吸作用,实现装置的出水。

基金项目 江苏省科技支撑计划(BE2008674)
作者简介 吕国芳(1962—),男,江苏金坛人,副教授,主要从事微机测控系统、测试计量技术、机电一体化研究。E-mail :lghulgf@sina.com

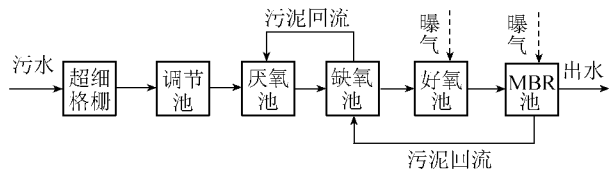


图1 A\A\O(MBR)污水处理工艺流程

为了实现该组合工艺的稳定运行,在装置进水,出水和监测数据采集等方面提出以下要求:①进水泵由 PLC 控制系统结合浮球液位控制器实现自动控制。即,当调节池水位低于设定水位时,启动进水泵。当水位高于设定水位时,关闭进水泵。②出水泵结合膜组件采用间歇出水方式。即,运行 8 min,停止 2 min,并按照此方式不断循环。③在操作方式上,可以实现手动操作方式和自动运行方式两种模式的切换。④对污水处理过程的参数指标进行在线采集,如 DO 浓度, pH 值等,其中 DO 浓度可实现在线的 PID 调节控制。

2 控制系统设计

根据污水处理工艺对控制系统的要求,为实现在现场和远程终端都能够实现数据采集和系统控制,采用带远程客户端的单机系统,其控制系统架构见图 2。

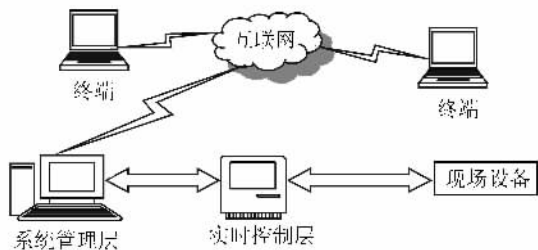


图2 控制系统网络架构

系统分为 3 层。它们分别是:SCADA(工控机)为系统管理层,实现系统监视、系统控制、数据记录 and 远程通信;PLC 为实时控制层,实现数据采集、逻辑运算和实时控制;现场的泵、阀、传感器等设备构成现场设备层,实现命令执行、数据采集和传递。SCADA 与 PLC 之间用 RS-485 总线连接实现数据通信,PLC 与现场设备之间由屏蔽数据线连接实现数据采集和控制,3 层之间相互联系,协调运作^[1],其控制系统结构如图 3 所示。

2.1 配置系统

组态软件必须正确配置才能使上位机和 PLC 进行正常通信和数据传递,配置包括通信端口参数、设备属性、数据库管理、I/O 点等的设置。上位机与 PLC 之间采用串行通信端口,参数设置包括端口、波特率、校验方式等的选择;设备属性设置包括 PLC 驱动程序选择、PLC 的 CPU ID 设置等;数据库管理包括

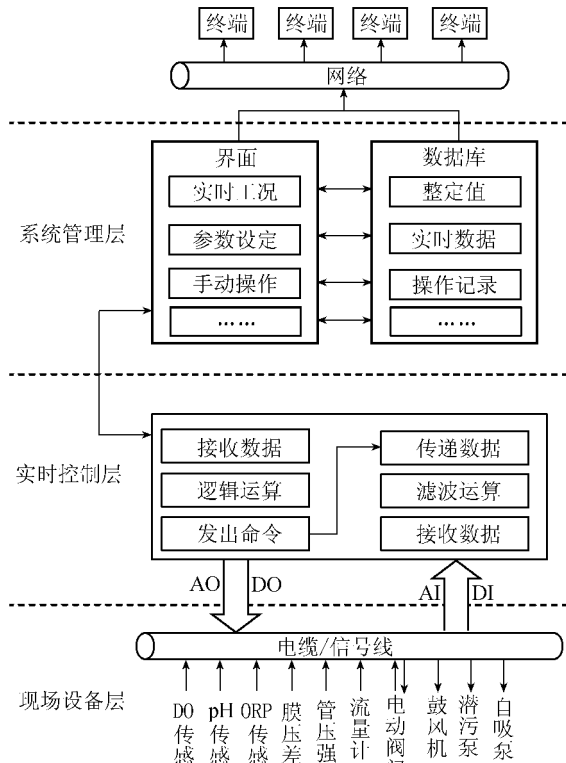


图3 控制系统结构示意图

数据导入导出、存档路径、有效期等的选择和设置。

在进行 I/O 点设置时,要保证组态软件中的变量地址与 PLC 中的变量地址一致。上位机要输送模拟量(如阀门的开度信号,DO 设定值等)到 PLC,首先要在组态软件中建立中间寄存器点,组态软件写的值放到该寄存器中,PLC 再读这些数据并进行算术逻辑运算,然后进行输出控制;泵、变频器的启停控制,要在 WebAccess 中设置变量 M,对应着 PLC 的中间继电器 M,M 的 0、1 状态就对应着设备的开启和关闭状态;PLC 输送到上位机的数字量或模拟量要保证地址一致才能实现数据的正确传输和记录^[2]。

组态软件的读操作是通过扫描 PLC 的寄存器实现的,组态软件的写操作是通过写数据到 PLC 相应的寄存器实现的。根据设备需要,组态软件采用 DTR(Data Terminal Ready)信号和 RTS(Request to Send)信号作为握手协议,实现数据的读写操作。

2.2 数据变换与数字滤波

本系统涉及的模拟量零值和最大量程分别对应 4mA 和 20mA 的电流信号,PLC 通过 A/D 转换将该范围的模拟量值变换为 0~32000 之间的数字量值,然后再将该数字量传送到上位机。但是上位机接收的 0~32000 之间数字对于污水处理工艺上的技术人员来说是不方便理解的,比如 PLC 传到组态软件上的数据是 24000,对于量程分别为 8m³/h 和 60m³/h 的流量计来说,其实际值是不同的,因此就要进行

相应的转换。设 A/D 输入转换的数据为 D_i , 根据仪表使用说明可知输入输出之间满足线性关系, 用下面的公式可以把最小输入 (0) 和最大输入 ($32\,000$) 转化到最低量程 Q_l 和最高量程 Q_h 之间的数 (但是如果输入值超出范围 $32\,000$, 转换值将超出最高量程^[2]), 对应的采集流量 Q_s 为:

$$Q_s = \frac{Q_h - Q_l}{32\,000} D_i + Q_l$$

由于现场存在各种干扰信号, PLC 接收和发送的模拟量数据波动较大 (如流量计、传感器数据等)。为了减小数据误差, 本系统采用加权递推滤波法, 实现模拟量的数字滤波。首先把 PLC 上一次扫描到的 I/O 口的数据乘以一个权值 a (本设置为 $15/16$) 送到中间寄存器 R_m 中, 再把本次扫描到的数据乘以另一个权值 $1 - a$ 送到中间寄存器 R_m 中, 两次结果的和作为本次实际输出, 同时将该值乘以 a 送到中间寄存器 R_m 中, 准备与下一个扫描结果加权相加。

递推公式 (以流量计) 为

$$Q_n = \frac{15Q_{n-1}}{16} + \frac{Q_n}{16}$$

式中: Q_{n-1} , Q_n 分别为上次和本次的实际采集流量。

2.3 PID 调节器的应用

在污水处理过程中, 要求反应器中的溶解氧浓度稳定在一个恒定值附近, 这样有利于微生物的正常代谢和污水处理效果的稳定。曝气量的大小可根据监测到的溶解氧浓度值进行自动调节。运行时, 预先设定目标溶解氧浓度值为参考值, 要求好氧池实际监测到的溶解氧浓度值能够稳定在设定参考量附近^[1,3]。

这是一个典型的跟踪控制问题, 用 PID 控制器能够达到很好的控制效果, 其算法如下:

$$y(s) = k_p \left(1 + \frac{1}{T_i s} + T_D s \right) E(s)$$

式中: $y(s)$ 为溶解氧的实际浓度值; k_p 、 T_i 、 T_D 分别为控制器的比例、积分、微分系数; $E(s)$ 表示设定值与实际值的偏差。

在 PLC 内部有一个 Blcmove 模块用来设置 PID 的 3 个参数, 先预设 3 个值, 连接到现场设备以后再对这 3 个参数进行校正, 保证控制的准确度。根据系统硬件结构, 控制原理如图 4 所示。

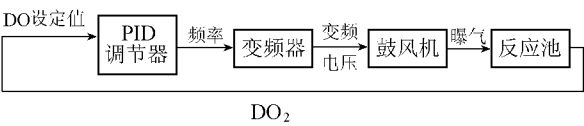


图 4 溶解氧稳定控制原理

3 组态软件 WebAccess 的应用

随着网络技术的发展, 信息共享和远程监控是控制系统发展的一个方向。WebAccess 组态软件是完全基于浏览器开发的人机交互软件, 具有很强的网络通信能力, 可以工作在多种网络架构下, 如单机系统、多机系统、连接到 Internet 的网络系统。自带的绘图工具可以画出很友好的人机交互界面, 可以导入 AutoCAD 的 DXF 文档并进行编辑、填充和动画制作, 还能导入 GIF 和 JPEG 等图像文件, 使画面效果栩栩如生。WebAccess 的基本组成如下:

工程节点 (project node): 用于系统设置的中央数据库服务器。客户端可通过工程节点动态浏览监控节点运行状况和工程参数。

监控节点 (scada node): 可以连接自动化硬件设备, 并且可以通过网络向客户端、其他监控节点及工程节点传输数据; 当作为系统冗余时, 监控节点之间可以互相备份。

客户端 (client): 用浏览器直接连接到监控节点, 以位图快照格式显示监控画面、并以文本方式改变数据值、确认警报和监控^[2,4]。

3.1 数据记录及查询

WebAccess 具有数据记录的功能, 可以连接多种数据库, 本项目使用系统默认的数据库 Microsoft Access。数据库记录的数据有模拟量点值、模拟量改变值、数字量改变值、运行记录、报警记录等。记录的数据存放在工程节点下的 Bpdata 文件中, 可以在工程管理员界面中查询相应的记录, 并可以制成报表定时输出。数据及报表还可以在工程管理员界面中导入到 Excel 中, 以便科研调用。

系统基于 B/S 架构, 远程终端用户能够直接通过浏览器查询并导出数据, 使不在现场的研究人员可以实现数据共享, 保障了系统安全性和稳定性。

3.2 人机界面

组态软件的界面应该遵循简洁、形象、易操作的原则, 界面设计分为两个部分: 工艺流程界面设计和系统参数界面设计。

工艺流程界面设计主要完成监控界面的绘制和界面动画的制作。监控界面应该跟工程实际相符合, 设备、管道、池体的连接要正确且形象, 动画设计也要与实际情况相符。拿曝气池中气泡的动画制作为例, 曝气是通过鼓风机进行的, 其控制过程是: 先接通变频器的电源, 再接通鼓风机的电源, 当变频器的频率大于零时, 鼓风机就会动作, 所以应该用频率值来控制气泡动画。气泡动的同时, 风机的转动效果和管道内气体的流动效果也同时动作。

系统参数界面设计包括流量计、阀门开度值等数据的直观显示和参考值的设定。WebAccess 提供了一种文本显示动画来显示数值,利用文本动画,把各模拟量转换过来的值在对应的位置显示,在系统运行的过程中可以看到它们各自对应的状态或实际值的大小[5]。

系统共有 4 种工作方式:①A\A\O-MBR工艺自动控制运行模式;②A\A\O-MBR工艺手动控制运行模式;③倒置A\A\O-MBR工艺自动控制运行模式;④倒置A\A\O-MBR工艺手动控制运行模式。以倒置A\A\O-MBR工艺流程为例,绘制出的界面效果如图 5 所示。



图 5 界面效果

图 5(a)是自动状态控制界面效果图,图 5(b)和图 5(c)分别是手动控制模式和自动控制模式控制面板效果图。设计的界面简洁直观,操作方便,运行时,监控系统达到了预期的效果。

4 应用效果

中试试验装置自 2009 年 5 月投入使用,至今运行正常。该控制系统综合应用了工业控制、网络、组态等技术和方法,完全满足污水处理工艺所提出的控制要求,实现了污水处理过程全自动运行,完成了水处理过程中全程监控、故障报警、水质参数检测记录等。本示范工程为太湖流域污水处理的科研工作打下了基础,随着人水和谐环境建设的不断完善,人们环保意识的不断增强,它必将发挥更大的经济效益和社会效益。

参考文献:

[1] 牛皖闽,赵肖宇,佟亮.基于 WebAccess 自动控制系统研究与实现[J].微计算机信息,2007(10): 67-69.
[2] 研华(中国)有限公司. Advantech WebAccess 用户手册 6.0 [R]. 上海 研华(中国)有限公司,2007.
[3] 孙德辉,左佳儒,史运涛,等.基于 WebAccess 水位监控系统设计与实现[J].微计算机信息,2008(28): 92-94.
[4] LIU Jian, LIAN Xiao-qin, ZHANG Xiao-li, et al. Automatic control system of intelligent building based on webAccess[C]// 2008 7th World Congress on Intelligent Control and Automation, New York: IEEE, 2008: 7079-7084.
[5] 句立展.自控系统在城市污水处理过程中的应用[J].自动化技术与应用,2008(9): 119-123.

(收稿日期: 2010-08-09 编辑: 高渭文)

(上接第 69 页)

[3] 韩建平.水土流失的危害与森林的作用[J].山西林业科技,2002(1): 29-32.
[4] 梁宗锁,左长清.简论生态修复与水土保持生态建设[J].中国水土保持,2003(4): 15-16.
[5] 杨吉华.水土保持原理与综合治理[M].山东: 山东科技出版社,1993.
[6] 王新民,刘春宣.水土保持大有作为[J].中国水土保持,1980(1): 59.
[7] 张丽华.城市化进程中水土资源可持续利用分析[J].科技创新导报,2010(35): 135.
[8] 孙富行.资源水利与水资源可持续发展[J].水利水电工程设计,2000(4): 4-6.
[9] 刘震.从我国水土流失现状看水土保持生态建设战略布局及主要任务[J].中国水利,2002(7): 31-33.
[10] 杨家坦.以水土保持支撑水资源可持续利用[J].亚热带水土保持,2007(1): 4-6.

(收稿日期: 2011-06-14 编辑: 高渭文)