

PLC在污水模拟生成控制系统中的应用

The Application of PLC for Control System of the Sewage Simulation

(北京化工大学) 吕睿 冯连勋

LV RUI FENG LIANXUN

摘要:本文介绍了采用 Siemens S7-300 PLC 实现污水模拟生成装置的控制。包括控制系统的结构、任务分配及实现、控制方式及程序设计等。装置运行表明,该系统大大提高了运行的稳定性、经济性,收到了满意的控制效果。

关键词:污水处理;PLC;PID 控制;PH 值

中图分类号:TP273 文献标识码:B

Abstract: This paper introduces the control of the installation for sewage simulation based on Siemens S7-300 PLC. The structure of the control system, the assignment and the implementation of the tasks, the control scheme and the design concept of the program are introduced concretely. It shows that: This system improves the installation's stability, efficiency and the satisfactory result is obtained.

Key words: sewage treatment, PLC, PID control, PH.

随着经济的快速发展,作为生命之源的水资源也受到了日益严重的污染。在欧洲和北美约 20-30% 的人口利用小型污水处理系统,而我国有 80% 的人口分布在农村,城市郊区也有很多城市管网难以延伸到的地方,在人口密度较低的城镇地区,下水道使用效率较低的地方,发展小型污水处理装置更具现实意义。本文设计了污水处理实验装置的前置部分——污水模拟生成装置,此装置可以通过不同的配料量和配料组合方式,模拟生成现实生活中各种不同成分的污水,从而可以根据小城镇特点在后续的污水处理实验装置中研究和采用相适应的处理装置和处理工艺,避免延用或照搬大、中型规模的城市污水处理工艺及设计参数,进而避免造成工程投资和运行费用过高。

针对上述情况,开发出污水模拟生成装置的控制系统。此系统具有控制精度高、配置简单、操作方便等特点。

1 污水模拟生成工艺

污水模拟生成装置由污水发生器、储液箱和应急箱三部分组成,如图 1 所示。

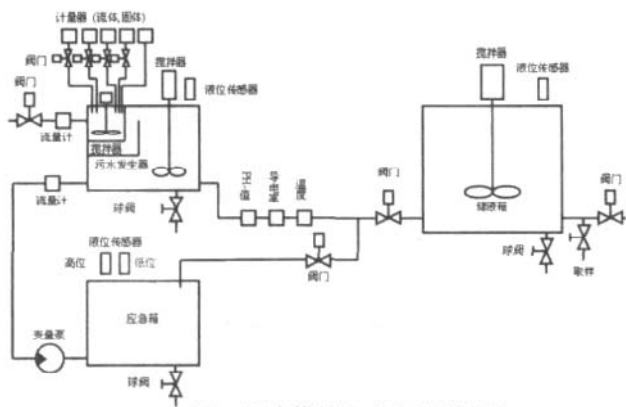


图1 污水模拟生成装置原理图

污水发生器将清水及其他物质(包括酸、碱、油脂、碳如蔗糖、鸟粪等)通过两个搅拌电机进行预混和混合。储液箱用作模拟生活污水的暂存单元,以保证上游来水中断时,后续工序仍能实现连续工作。应急箱中为检测到的不合格污水,在实验需要时可作为干扰信号由变量泵定量返回到污水发生器中。

糖、鸟粪等)通过两个搅拌电机进行预混和混合。储液箱用作模拟生活污水的暂存单元,以保证上游来水中断时,后续工序仍能实现连续工作。应急箱中为检测到的不合格污水,在实验需要时可作为干扰信号由变量泵定量返回到污水发生器中。

控制系统通过智能仪表对污水的液位、PH值、电导率值、流量值等模拟量及各种开关位置的数字量进行自动检测,并将检测结果上传给下位机 PLC,经数据计算处理后,送至各执行机构实行相应操作。

2 系统的硬件组成

根据污水模拟生成装置的操作和控制要求,控制系统由西门子 S7-300 系列 CPU314PLC、SM321 数字量输入模块、SM322 数字量输出模块、SM331 模拟量输入模块以及 SM332 模拟量输出模块等组成。其硬件配置如图 2 所示。

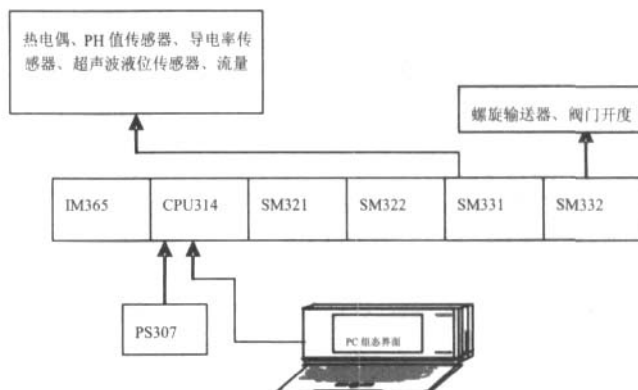


图2 污水模拟生成装置控制系统 PLC 及功能模块组成

3 模拟量的控制

系统的模拟量主要包括 PH 值、电导率值、流量、温度、液位等。本文将传统的 PID 控制与 PLC 的逻辑判断指令相结合,使 PID 的控制更加灵活。

以 PH 值的控制为例,在进行 PID 调节时,比例调节反映系统偏差的大小,只要有偏差存在,比例调节就会产生作用,以减

吕睿:硕士研究生

少偏差。微分调节根据偏差的变化趋势来控制,以改善系统的动态响应速度。积分调节根据偏差积分的变化来控制,对系统的控制有滞后的作用,以消除静态误差。增大积分时间常数可提高静态精度,但积分作用太强,特别是在系统偏差较大时会使系统超调量较大,甚至引起振荡。因此本系统采用如下控制策略,组成智能控制系统。图3为PH值偏差不同的控制策略

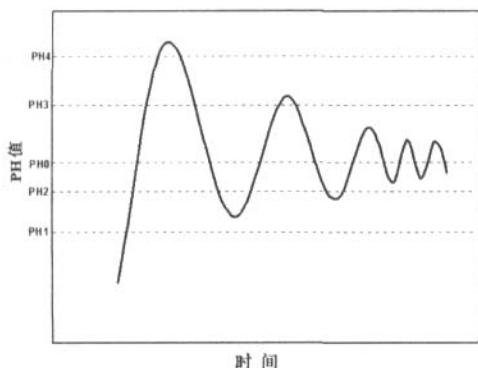


图3 PH值偏差不同的控制策略

1) 实际PH值低于 PH_1 时,为加快响应速度,加碱流量阀全开,加酸流量阀关闭。

2) 实际PH值位于 $[PH_1 \sim PH_2]$ 范围内时,为避免积分饱和,分离积分项,采用PD控制加碱流量,加酸流量阀关闭。

3) 实际PH值位于 $[PH_2 \sim PH_3]$ 范围内时,采用自适应PID控制加碱流量,加酸流量阀关闭。

当实测 $PH > PH_0 + \delta$ 且在采样周期中,PH值持续上升,则加碱流量阀关闭(a→b, g→h); $PH < PH_0 - \delta$ 且在采样周期中,PH值持续下降,则加碱流量阀接通(d→e);其他情况实行PID控制。(死区阈值 δ 系统设为0.2)。

这种控制方法不仅考虑了实测PH值和设定PH值的偏差,而且考虑了实测PH值的变化趋势,可减少超调波动,具有自适应效果。

4) 实际PH值位于 $[PH_3 \sim PH_4]$ 范围内时,采用PD控制加酸流量,加碱流量阀关闭。

5) 实际PH值高于 PH_4 时,为加快响应速度,加酸流量阀全开,加碱流量阀关闭。

4 PLC 软件实现

S7-300的用户程序由组织块(OB)、功能块(FC、FB)、数据块(DB)构成。其中OB1块是操作系统与用户应用程序在各种条件下的接口界面,用于控制程序的执行。OB100为系统初始化程序块,系统启动时首先要调用(只调用一次)该程序块,将某些内存地址单元清零。功能块FC1~FC8分别用作起停、液位调节、PH值和导电率调节等子程序块。数据块用于存放从PLC的模拟量输入模块接收来的数据以及对这些数据的处理。PLC流程图见图5。

其中各子程序的功能如下:

取数据子程序:将来自于PLC模拟量输入模块的数据经过处理变成工程量并存放于数据块中。

液位调节子程序:将污水发生器内的液位给定值与超声波液位传感器的检测值进行PID调节运算,运算结果作为流量大小的调节信号,使液位维持在合理范围内;将清水、应急箱废水

流量给定值与检测值的偏差进行PID调节运算,运算结果作为电磁阀开口度的调节信号,使水流量维持在一定范围内,从而使液位满足要求,此控制属于级联控制。

PH值和导电率值调节子程序:将PH给定值、导电率给定值与检测值的偏差进行PID调节运算,运算结果作为加料口电磁阀开口度以及输送机机电电压调节信号,使PH值和导电率在合格范围内。

本系统使用FB10块作为PID调节子程序块,运算过程中为了保证精度,所有参数均以4字节浮点数表示。

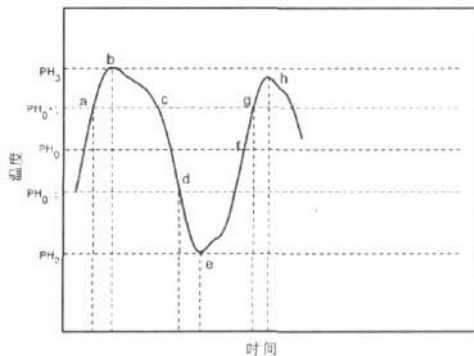
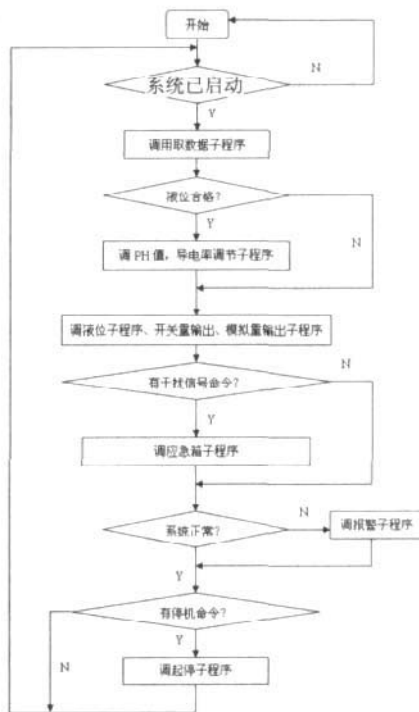


图4 PH值的自适应控制



5 PLC程序流程图

5 人机界面设计

上位机采用WindowsXP操作系统,用西门子的WinCC组态软件开发设计人机界面和监控程序。操作人员可通过本地人机界面的薄膜键盘和硬件开关,向下位机发出各种控制命令。同时程序完成由主从控制单元实时采集,处理模拟量、开关量、报警数据和操作数据,定时归档历史数据,实时记录、故障及开关变化信息,对操作人员所作的操作进行记载和输出打印。

(下转第18页)

```

RefreshOwnParam ( );          /** 进入更新参数值
的子程序 **/
}
Current0=AD_Current (1);      /** 信号的采样
处理子程序 **/
Weight=a0*Current0*Current0+b0*Current0+c0; /** 计算
载重量 **/
Weight=Weight0+Height*h0+Angle0*g0; /** 载重量
的修正 **/
if(Weight > MaxLimit)
ErrorFlag = 0xfe;             /** 超载的标志 **/
else if (Weight < MinLimit)
ErrorFlag = 0xfd;             /** 松绳的标志 **/
RreshPubParam ( );           /** 将求解结果、判断信息
写入存储区 **/
.....
}

```

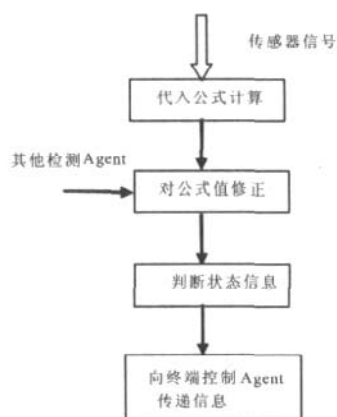


图5 单绳载重 Agent 的工作流程

5 系统的调试

本系统是在广州南沙港进行的调试,两台起重机控制器(为本实验室设计开发)安装在南沙港8号和12号岸边集装箱起重机,并通过GPRS网络与监控中心进行了联机的调试,基本实现了对两台岸边集装箱起重机的安全状态、工作信息的监控、管理;同时也可以通过Internet访问监控中心,完成数据的浏览、查询等功能。

6 结束语

本文研究并设计了基于多Agent的起重机群监控系统,建立了监控系统中Agent的模型,并完成了监控系统中控制器的硬件设计,也实现了监控中心与控制器之间基于GPRS网络的通讯。通过现场的调试与测试,检验了监控系统的运行情况以及各个Agent的功能实现情况,提高了监控系统的自控程度。

本文作者创新点:本系统将Agent技术引入起重机的监控,建立了多Agent的起重机群监控模型,实现了起重机控制的知识分布和控制分布,系统的数据、控制、知识和资源分布存储和处理。

参考文献

[1]李薇,张凤鸣.多agent技术研究与应用[J].微计算机信息,

2006,24:293- 295

[2]何炎祥.Agent和多Agent系统的设计与应用[M].武汉:武汉大学出版社,2001

[3]Wooldridge M and Jennings N.R. Intelligent Agents, Theory and Practice[J].The Knowledge Engineering Review,1995,10:115- 152

[4]刘向军,刘世平,张洁,李培根.多Agent系统通信与协作机制构造[J].机械设计与制造工程,2002,31(2):41- 43

作者简介:周洪(1962-),男(汉),湖南茶陵人,武汉大学自动化系教授,从事自动控制系统的研究。

Biography:Zhou Hong (1962-), Male (Han ethnic), Hunan Province, Wuhan University, professor, Automation, Automation control system.

(武汉大学自动化系)周洪 熊巍 杨建辉

(Automation Department of Wuhan University, China)

Zhou Hong Xiong Wei Yang JianHui

通讯地址:(430072 湖北省武汉大学动力与机械学院 05级研究生 2班)周洪

(收稿日期:2007.9.03)(修稿日期:2007.11.05)

(上接第23页)

操作人员可在流程界面上对污水生成箱的液位进行监视,根据实验条件的不同以不同级别用户权限登录到参数设定界面进行污水PH值的修改或设定。

本文作者的创新点:可编程控制器(PLC)和计算机(PC)的联合应用简化了现场操作,提高了控制精度和人机界面的灵活性,同时也提高了控制系统的稳定性和安全性,具有广阔的应用前景。本文将传统的PID控制与PLC的逻辑判断指令相结合,使PID的控制更加灵活。该系统投运以来,运行效果较好,大大提高了小型污水处理试验装置的自动化水平。

参考文献

[1]水工业工程设计手册:废水处理及再用[M]北京:中国建筑工业出版社,2002.

[2]SIEMENS.S7- 300 可编程控制器系统手册[M]北京:西门子(中国)有限公司,2004.

[3]SIEMENS.S7- 300 自动化系统 CPU31xC 技术功能使用手册[M]北京:西门子(中国)有限公司,2001.

[4]肖佐无,陈小祝,肖爱武.基于PLC的污水净化处理控制系统的设计[J].微计算机信息,2006,10- 1:31- 32.

[5]苏昆哲.深入浅出西门子WinCC V6[M]北京:北京航空航天大学出版社,2004.

作者简介:吕睿(1983-),男(汉族),安徽亳州人,硕士研究生。研究领域:机电一体化;冯连勋(1983-),男(汉族),北京化工大学机电学院教授,主要从事塑料机械,机电一体化方面的教学与科研。

Biography:Lv Rui (1983-), Male, the Han nationality of Chinese, was born in Bozhou city of Anhui province, graduate student, major in mechatronics.

(100029 北京化工大学机电工程学院)吕睿 冯连勋

(351#, Beijing University of Chemical Technology, Beijing, PRC, 100029 Post to) LvRui Feng lianxun

通讯地址:(100029 北京化工大学 351信箱)吕睿

(收稿日期:2007.9.03)(修稿日期:2007.10.25)