

基于CAN总线的一体化氧化沟DCS系统方案*

卢鸿权** 黄大贵 张军 孙秀斌

(电子科技大学电子机械系 成都 610054)

【摘要】针对一体化氧化沟生物处理系统控制问题,给出一种实用、基于CAN总线的现场控制器与工业PC(IPC)组成污水处理分布控制(DCS)系统实现方案。由于该方案采用的现场控制器具有多主结构、实时能力和高可靠性通信,而集中监控的IPC资源丰富,故整个DCS系统开放性、实时性、可靠性和操作性良好。

关键词 现场总线; CAN总线; 一体化氧化沟; 分布控制系统

中图分类号 TP 273 *5

当前,我国严重的水污染和水短缺已成为制约经济发展,影响人民生活的桎梏。一体化氧化沟是投资小、占地少、工艺先进的一种城市污水处理方式,DCS系统是一种自动测控系统。近年来,国内许多学者对测控系统进行了深入地研究^[1-3],使整个测控领域得到了极大地发展。针对一体化氧化沟工艺,本文给出基于CAN的智能现场控制器与IPC构造污水处理DCS系统的方案。

1 系统要求

采用一体化氧化沟工艺的污水处理厂一般有1个泵房、1个一体化氧化沟、1个污泥处理车间和1个中央控制室,如图1所示。在污水处理中,泵房用作提升污水水位,一体化氧化沟实现生化反应,污泥处理车间对污泥进行处理,中央控制室对整个污水处理系统集中监控。污水处理过程环境恶劣,工艺要求复杂,各种检测器件和驱动设备都比较分散,针对这种状况,采用基于CAN的现场控制器能更好地满足其处理要求。挂接在CAN总线上的现场控制器能方便地在现场控制各种检测器件和驱动设备,而且CAN总线面向节点,加入或撤销节点设备不影响网络的工作,最后由中央控制室来对现场控制器集中监控。该系统能更好地满足一体化氧化沟的实时性要求,有助于管理人员监视污水处理的运行状况,获取最佳控制目标,监视所有的设备状态、过程状态和控制参数。

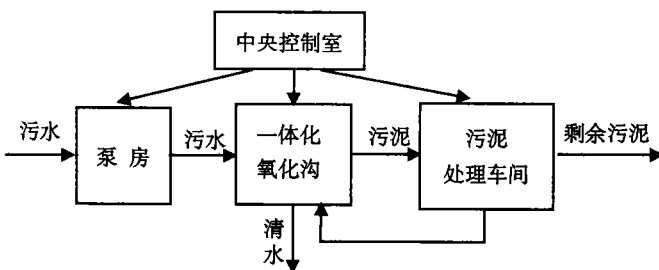


图1 一体化氧化沟流程框图

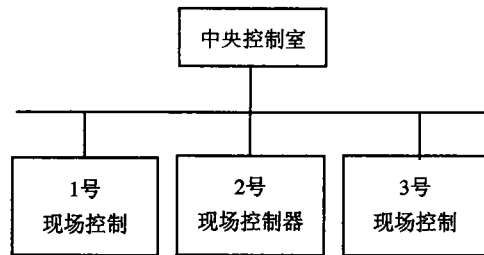


图2 DCS系统体系结构框图

2 系统体系结构

针对某市全国示范工程,目前日处理能力为1万吨的污水处理系统中需要检测30个开关量输入/输出状态,采集14个液位值、3个pH值、3个温度值和3个溶解氧值。其DCS系统包括1个中央控制室、1个仿真板以及3套现场控制器,系统体系结构框图如图2所示。每个现场控制器可以在本地进行设置。

2000年12月2日收稿

* 四川省科技攻关项目

** 男 30岁 硕士

2.1 中央控制室

中央控制室由作为系统主控制器的IPC和显示整个污水处理控制状态的大屏幕显示设备组成，可以选择 GeniDAQ软件编制系统的界面。GeniDAQ 既容易使用，又具有 VB/VC 强大的编程功能，使系统设计者能够容易地开发简单或复杂的数据采集和控制系统^[4]。PCL-841是IPC和CAN的接口，其特点是可独立操作两个CAN网络，有高达1Mbps的传输速率，包含C库、DOS库以及NT DeviceNet DLL驱动程序，提供总线仲裁和错误检测，降低数据丢失机会，保证了系统可靠性和稳定性^[5]。

2.2 现场控制器

选择ADAM-5000/CAN系统作为现场控制器，系统设计为可独立执行许多数据采集和控制功能，其工业级特性和抗电子噪声干扰的特性较好^[6]。

1号现场控制器包括1号ADAM-5000/CAN、1、2号 ADAM-5017、ADAM-5024、ADAM-5013、变频器、1~3号转刷以及位于一体化氧化沟的6个液位计、3个温度仪和3个溶解氧分析仪，用来检测和控制一体化氧化沟中溶解氧浓度以及采集6个液位值、3个温度值，是DCS的核心。

在对溶解氧进行采集和控制时，为了便于研究，建立了溶解氧数学模型。该模型是基于活性污泥法IAWPRC模型建立起来的^[7]，考虑了典型一体化氧化沟的充氧和耗氧两个过程，得出溶解氧浓度变化的数学表达式为^[7,8]

$$\frac{dS_o}{dt} = \left[(S_{o(进水)} - S_{o(出水)}) \frac{Q}{V} \right]_{(n-T_1)} + \frac{dS_{o(-)}}{dt} + \left[\frac{dS_{o(+)}}{dt} \right]_{(n-T_2)} \tag{1}$$

式中 $\frac{dS_{o(+)}}{dt}$ 为转刷的充氧速率，是通过对基本传质模型进行修正而得到； $\frac{dS_{o(-)}}{dt}$ 为因生化反应而引起溶解氧浓度的变化速率，是IAWPRC模型确定； $\frac{dS_o}{dt}$ 为溶解氧浓度的变化速率； $S_{o(进水)}$ 为

进水溶解氧浓度； $S_{o(出水)}$ 为出水溶解氧浓度； Q 为一体化氧化沟进水流量； V 为一体化氧化沟的体积。式(1)中没有标出下标的表示当前时刻 n ，下标 $n-T_1$ 为当前时刻的前 T_1 时刻；下标 $n-T_2$ 为当前时刻的前 T_2 时刻，即一体化氧化沟的进出水流量和转刷转动造成的溶解氧的纯时滞分别为 T_1 和 T_2 。当前时刻溶解氧浓度的变化速率是当前时刻的生物反应耗氧速率与 T_1 时刻前的进出水流量以及 T_2 时刻前转刷转速变化造成的溶解氧浓度变化速率。以式(1)为基础，以溶解氧为控制目标，建立1号现场控制器控制系统框图，如图3所示。其中，1号现场控制器显示一体化氧化沟的溶解氧值、液位值和温度值，根据溶解氧设定值发出D/A信号，改变转刷的速度，当速度低于变频器的极限值，而溶解氧仍偏高时可关其中1个或2个转刷，再调整第3个转刷的速度；反之，则只改变第3个转刷的速度，调节一体化氧化沟中溶解氧值，以获得最佳控制效果。

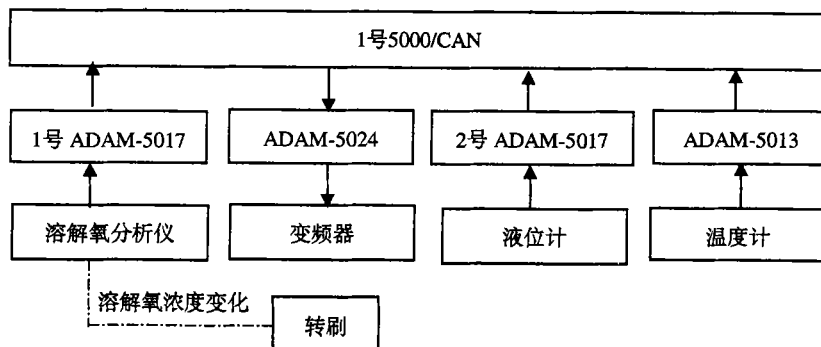


图3 1号现场控制器控制系统框图

2号现场控制器包括2号ADAM-5-000/CAN、3~4号ADAM-5017、1号ADAM-5051、1号ADAM-5056以及位于泵房的5个液位计、污泥处理车间的3个液位计和一体化氧化沟的3个pH仪及11个开关量。该现场控制器主要对位于泵房和污泥处理车间的液位值、一体化氧化沟的pH值进行采集和传输以及一体化氧化沟中的开关量进行检测和控制，如图4所示。图中，2号现场控制器显示位于泵房的液位值并且将其差值和设定的液位差值进行比较，当达到设定的差值，开启格栅机；在中央控制室显示位于污泥处理车间的液位值并根据液位高低来开关上清液泵；在中央控制室显示位于一体化氧化沟的pH值，还可监测位于一体化氧化沟的11个开关量的运转状态，若出现事故，则发出报警信号，并关闭开关量，启动手动方式。

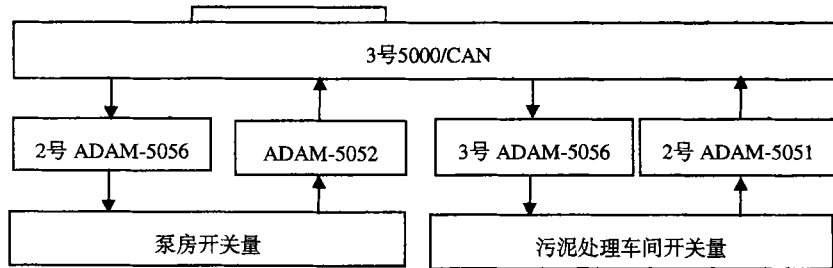


图4 2号现场控制器控制系统框图

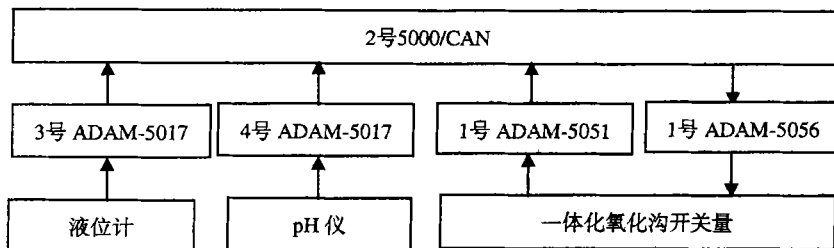


图5 3号控制器控制系统框图

3号现场控制器包括3号ADAM-5000/CAN、2号ADAM-5051、ADAM-5052、2~3号ADAM-5056、位于泵房的7个开关量和位于污泥处理车间的12个开关量。该现场控制器主要对这些开关量进行检测和控制，如图5所示。其中，3号现场控制器监测位于泵房的7个开关量和污泥处理车间的12个开关量的运转状态，若出现事故，则发出报警信号，并关闭开关量，启动手动方式。

2.3 系统通信

在该控制系统中，ADAM-5000/CAN通过其CAN端口用带屏蔽双绞线和PCL-841或另一个ADAM-5000/CAN相连接。整个控制系统遵循DeviceNet2.0通信协议，在ADAM-5000/CAN系统中仅使用组1(用来建立最高优先级连接)、组2(用来处理状态改变信息)和组3(用来建立联接)。其帧的格式共有：数据帧、远地帧、出错帧和超载帧四种，在整个系统通信中主要发送数据帧和远地帧^[9]。系统发送控制消息UI过程是由源MAC ID经过UCMM到达目的MAC ID。

2.4 软件

在NT或WINDOWS下，利用提供的DLL驱动器以及API函数在VC++6.0的WIN32或Console工程中编制整个系统的各模块驱动程序，然后集成各个模块，最终实现该系统的所有功能。在编程中需要将包含DLL原型的头文件“Driver.h”包含在系统程序的头文件中，并将DLL的输入库“ADSAPI32.LIB”连接在工程文件中^[10]。

3 结束语

基于ADAM-5000系列的系统既可以执行污水处理的数据采集和控制任务,也可以集中信息以供污水处理厂管理人员利用,这种分布式设计结构体系将增强系统的开放性、可靠性和可维护性。

本文主要针对日处理能力为1万吨的污水处理系统,可以以此作为模块,并联后即可用于更大日处理能力的污水处理系统。该方法具有极大的灵活性、实用性和启发性,具有优异的性能/价格比市场前景。

参 考 文 献

- 1 Sun Hairong, Li Lemin. Switched local area networks. Journal of University of Electronic Science and Technology of China, 1995, 24(4):337~343 [孙海荣, 李乐民. 交换式局域网. 电子科技大学学报, 1995, 24(4): 337~343]
- 2 阳宪惠. 现场总线技术及其应用. 北京: 清华大学出版社, 1999
- 3 Tian Shulin, Cheng Guangju, Xu Jiannan. Network connection in automuted testing system. Journal of University of Electronic Science and Technology of China, 1998, 24(4): 427~430 [田书林, 陈光祿徐建南. 自动测试系统的网络连接技术. 电子科技大学学报, 1998, 27(4): 427~430]
- 4 Advantech Co Ltd. GeniDAQ user's manual. Advantech Co Ltd, 2000
- 5 Advantech Co Ltd. PCL-841 user's manual. Advantech Co Ltd, 1996
- 6 Advantech Co Ltd. ADAM-5000/CAN user's manual. Advantech Co Ltd, 1997
- 7 Jhon F A. Dynamics and control of the activated sludge process. Technomic Pub Co, 1992
- 8 张瑞武, 单立志, 柯细勇, 等. 氧化沟智能模糊控制器的实现. 机械工业自动化, 1998, 20(5):28~35
- 9 Advantech Co Ltd. Devicenet user's manual. Advantech Co Ltd. 1997
- 10 Advantech Co Ltd. Advantech NT DLL user's Manual. Advantech Co Ltd, 1999

Study of CAN-Based Integrated Oxidation Ditch DCS Systematic Scheme

Lu Hongquan Huang Dagui Zhang Jun Sun Xiubin

(Dept. of Electronic Mechanics, UEST of China Chengdu 610054)

Abstract To the control problems in the biology processing system of integrated oxidation ditch, the DCS system practical scheme that consists of practical, field bus based ADAM-5000/CAN series and IPC is presented to sewage treatment at some factory. The scheme that adoptes ADAM-5000/CAN in the field has the characteristics of multi-master structure, real-time capability and high reliability communication. Besides the IPC that integrates monitor with control has rich resource, thus the DCS system possesses reliable open system architecture, quality real-time capability, high reliability and expedient operability.

Key words field bus; CAN; integrated oxidation ditch; DCS