

# 一种全分布式污水处理监控系统的设计\*

卿晓霞, 龙腾锐

(重庆大学 三峡库区生态环境教育部重点实验室, 重庆 400045)

**摘要:**在介绍现场总线及现场总线控制系统的基础上,设计了一种基于 LonWorks 技术的全分布式城市污水处理网络监控系统,并分析了该监控系统的结构、功能及特点。

**关键词:**现场总线; 分布式系统; LonWorks; 污水处理

**中图分类号:** TU992.3    **文献标识码:**    **文章编号:** 1006-7329(2005)02-0065-03

## Design of Distributed Monitoring System of Wastewater Treatment Process

QING Xiao-xia, LONG Teng-ru

(Three Gorges Reservoir Area Eco-Environmental Key Laboratory of the Ministry of Education, Chongqing University, Chongqing 400045, P. R. China)

**Abstract:** Based on introducing fieldbus and fieldbus control system, in this paper, a distributed monitoring system for city wastewater treatment network based on LonWorks is given, the construction, function and character of this network are analyzed.

**Keywords:** fieldbus; distributed system; LonWorks; wastewater treatment

目前我国污水处理厂过程控制大多采用基于 PLC 的集散型控制系统 (Distributed Control System DCS)。DCS 采用三层网络结构,具有系统成本高,各厂商的 DCS 不能互连,难以实现互换与互操作的缺点。现场总线是近年来迅速发展起来的一种工业数据总线,是自动化领域中计算机通信体系最底层的低成本网络。它将专用微处理器置入传统的测量控制仪表,使它们具有数字计算和数字通信能力,并采用通信介质,将各测量控制仪表连接成网络系统。由于现场总线适应了工业控制系统向分散化、网络化、智能化发展的方向,并且在减少系统线缆,简化系统安装、维护和管理,降低系统投资和运行成本,增强系统性能等方面的优越性,一经产生便成为全球工业自动化技术的热点,由此产生的现场总线控制系统 (Fieldbus Control System FCS) 是新一代全分布式控制系统<sup>[1]</sup>。FCS 与 DCS 不同,它的结构模式为:“控制站-智能节点”二层结构,降低了成本。由于现场总线从根本上解决了网络控制系统自身的可靠性问题,现场总线技术逐渐成为计算机控制系统的发展趋势。

### 1 LonWorks 网络简介<sup>[2]</sup>

美国 Echelon 公司推出的局部操作网络 (Local Operating Network LON),专门为实时控制而设计。在此基础上开发的 LonWorks 技术,作为目前具有强劲实力的现场总线技术,是用于开发监控网络系统的一个完整的技术平台。其主要特点是:采用了 ISO OSI/RM 的全部七层通信协议和面向对象的设计方法,通过网络变量把网络通信设计简化为参数设置; LonWorks 技术的基本单元——Neuron 芯片同时具备了控制和通信功能,并且固化了通信协议和 34 种常见的 I/O 控制对象;可采用各种典型的网络拓扑结构,如星形、总线型、环形以及自由形等;其通信速率从 300 bit/s 至 1.5 Mbit/s 不等,直接通信距离可达 2 700 m (78 kbit/s, 双绞线);支持双绞线、同轴电缆、光纤、电力线、红外线、射频等多种通信介质;

\* 收稿日期:2004-12-11

作者简介:卿晓霞(1963-),女,硕士,副教授,主要从事水处理自动控制技术、建筑设备自动化技术研究。

控制网络拓展性强。每一个测控网络的节点数最多可达 32 385 个,是目前为止支持节点数最多的总线标准。

智能节点是组成 LonWorks 网络最基本的控制单元,主要由四部分组成:Neuron 芯片, I/O 外围电路,收发器,存储器。智能节点分布在工业现场,下接传感器或执行器,上接 LonWorks 网络,主要用于接收和处理来自传感器的输入数据,执行通信和控制任务以及控制执行器操作等,同时智能节点固件中的 LonTalk 协议,能方便地实现管理和网络节点间的通信(包括独立于中央监控计算机的各智能节点直接进行对等通信)。

## 2 基于 LonWorks 技术的全分布式污水处理监控系统设计

### 2.1 污水处理厂工艺流程

某污水处理厂工程设计规模为 4 000 m<sup>3</sup>/d,采用氧化沟工艺,工艺流程如图 1。

### 2.2 污水处理监控系统的结构

控制系统设计采用了基于 LonWorks 现场总线技术的全分布式监控网络。根据污水处理工艺要求,在生产现场如进水泵房、沉砂池、氧化沟、二沉池、污泥泵池、脱水机房、变配电室等处设置现场智能节点,通过双绞线构成现场控制网络。系统结构如图 2 所示。

系统中智能节点采用 TMPN3150B1F 神经元芯片,时钟频率 10 MHz,内置 3 个 CPU 分别执行介质访问,网络处理和应用程序,并含有 512 Byte 的 E2PROM、2 048 KByte RAM 以及寻址空间可达 64 KByte 的外部存储器接口。收发器选用通信速率 78 Kbit/s,网络传输距离 2 700 m 的 FTT-10A 双绞线收发器。

由于污水处理控制过程有大量参数需要测量和控制,且开关量多,模拟量少,因此系统对 I/O 口的需求量较大。由于 Neuron3150 芯片只提供 11 个通用 I/O 口,不能满足系统对采集量和控制量的要求。虽然可以依靠增加节点数量来满足外围要求,但这样不仅成本高而且增加了安装的工作量,维护也不方便。本监控系统通过对智能节点进行外围 I/O 扩展,从而大大增加各智能节点的测控点数来解决该问题<sup>[3,4]</sup>。智能节点组成框图设计如图 3。

### 2.3 系统监控功能

各现场智能节点可实现监测控制功能如下:

1) 实现变压器温度监测;高压断路器工作状态监测;低压系统总进线断路器,联络断路器状态监测等功能。变配电所设智能节点(DI、AO)采集数字、模拟输入信号。

2) 在中、细格栅前后装有超声波液位差计,当液位差超过设定值(20 cm)时,Neuron 芯片强制启动格栅进行清渣,否则按时间周期性清渣。中、细格栅启动后实现螺旋压榨机与格栅的联动控制。当格栅前后液位差小于 3 cm 时,格栅机停止运行。

检测进水井液位,根据不同液位控制值(系统中为 3 液位设定值)决定潜污提升泵的启停台数,利用智能节点的计时、计数功能,累计各泵的运行时间,自动切换运行泵和备用泵,以均匀泵的损耗。同时

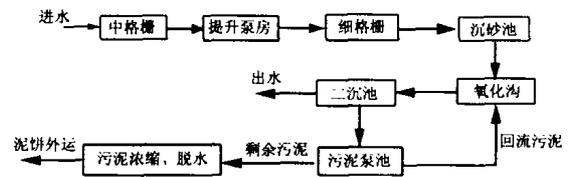


图 1 氧化沟工艺处理城市污水的工艺流程

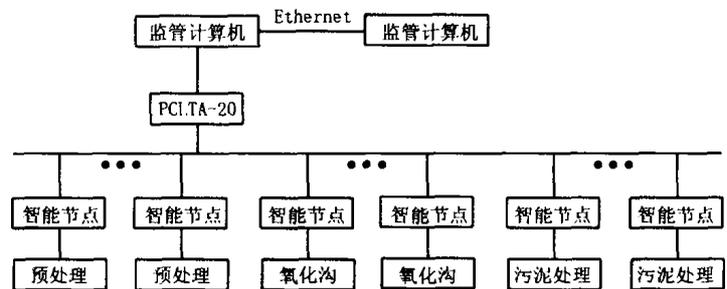


图 2 基于 LonWorks 技术的污水处理监控系统的结构

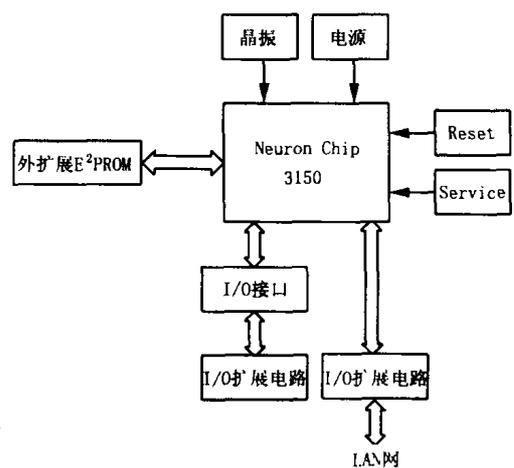


图 3 智能节点组成框图

根据进水井液位,实现溢流闸板的控制。

按时间控制沉砂池搅拌机运行,实现沉砂池砂水分离器与沉砂池搅拌机的连锁控制;采用超声波明渠流量计记录初沉池出水瞬时流量和累计流量,瞬时流量超过设定上、下限则报警。污水提升泵房、细格栅处设智能节点(AI),采集中、细格栅液位差、进水井液位、超声波明渠流量计值,变送器将4~20 mA的信号首先进入12位A/D转换器,A/D串行输出的数据经光电隔离后输入Neuron芯片。节点根据实时检测数据执行相关的控制操作,并将采集值通过对应的网络变量送到控制网络,供监控和流程显示计算机使用。

另设智能节点(DI、DO组合)采集中细格栅、污水提升泵、螺旋压榨机、沉砂池搅拌机、砂水分离器的运行状态开关量信号以及输出设备启动信号。

3) 为保证系统良好的处理效果,工艺要求氧化沟内、中、外各沟按不同设定值控制溶解氧,保证生物反应池内的缺氧、好氧环境,实现有机物的去除及硝化/反硝化的正常进行。工艺要求的溶氧值为:外沟0~0.5 mg/L;中沟0.5~1.5 mg/L;内沟2~2.5 mg/L。设计中曝气转碟采用PID控制,系统以设于3个沟内的DO仪检测值,作为反馈信号,变频调整转碟的转速。

曝气池设智能节点(AI、AO组合),通过A/D转换器采集氧化沟的DO、MLSS、TOC/TON值;输出转碟调速信号。并将采集值通过对应的网络变量送到控制网络,供监控和流程显示计算机使用。

通过智能节点(DI、DO组合)输入曝气转碟的运行状态及过载报警信号。

4) 二沉池、污泥泵池。智能节点(AI)检测二沉池污泥界面、储泥池液位以及超声波明渠流量值,并将采集值通过对应的网络变量送到控制网络。监控软件根据进水流量、储泥池液位、污泥浓度等计算回流污泥量,实现污泥回流泵的控制;并按时间控制剩余污泥泵,实现排泥控制;

通过智能节点(DI、DO组合)输入污泥回流泵、剩余污泥泵的运行状态信号以及输出以上设备的启动运行命令。

5) 加氯间、脱水机房

脱水过程为顺序控制,浓缩、脱水系统自带控制器,通过网络接口与脱水机房现场节点实现数据通信。设智能节点(AI)采集漏氯检测值。

监控中心配置有监控计算机和流程显示计算机,作为操作人员对网络进行监控的界面。监控和流程显示计算机通过网络变量获得现场数据。监控计算机的主要功能:系统参数设定、组态以及与现场总线节点的数据交换、手/自动切换等。流程显示计算机的功能:网络管理,定义和更新节点,实时显示污水处理厂工艺流程、设备运行、故障状态、过程参数、进出水流量以及相关历史数据和趋势分析曲线。

### 3 结论

基于LonWorks现场总线技术的污水处理监控系统,与目前广为采用的、传统的基于PLC的污水处理监控系统相比,有如下优点:

1) 成本低、精度高、可靠性好、功能强,可灵活、方便的构成全分布式污水处理控制系统,最大限度地发挥现场总线节点的处理功能。

2) 具有很好的扩展性,特别适用于污水处理厂构筑较多、控制设备较分散的工艺流程控制,对中小城市污水处理厂有较大的推广价值。

### 参考文献:

- [1] 阳宪惠. 现场总线技术及其应用[M]. 北京:清华大学出版社,1999.
- [2] 杨育红. LON网络控制技术及应用[M]. 西安:西安电子科技大学出版社,1999.
- [3] 刘长龄. 精馏塔现场总线控制系统的实现[J]. 化工自动化及仪表,2001,28(4):39-41.
- [4] 黄天成,祁昶. Lon总线多点I/O智能节点的开发[J]. 电子技术应用,2002,9:37-39.
- [5] 卿晓霞,龙腾锐. 以太网技术在水处理自动化领域中的应用[J]. 重庆建筑大学学报,2004,26(3):70-74.
- [6] 邓荣森,李尚月,王涛. 变频器在曝气转速自动控制中的应用[J]. 重庆建筑大学学报,2004,26(5):86-89.