

城市污水处理厂自动控制系统的设计与实现

高素萍

(深圳职业技术学院, 广东 深圳 518055)

摘要: 城市污水处理厂自动控制系统是集控制功能、管理功能和数据处理功能于一体的DCS控制系统。在遵守行业规范, 满足行业特点要求基础上, 论证了城市污水处理厂自动控制系统的结构设计要点和功能设计要点及实现方法, 并给出了一个设计应用实例。

关键词: PLC; 通信; 控制站; 操作站

Design and realization of waste water treatment process of city automation control system

GAO Su-ping

(Shenzhen Polytechnic, Guangdong Shenzhen 518055, China)

Abstract: Waste water treatment process of city automation control system is a DCS control system in which the functions of control, management and data treatment are integrated. Based on following the industrial criterion and satisfying special industrial requirement, the highlights of structure design, function feature and implementation plants of this system are demonstrated. An example of application for introducing the design method has been given out.

Key words: PLC; communication; control station; operation station

1 引言

城市污水处理厂往往由于其工艺特点决定了厂区占地面积大, 尤其是大、中型的污水处理厂, 其工艺流程分布较广, 设备布置很分散, 且用电设备较杂, 设备间的连锁关系涣散; 另外, 很重要的一点是由于城市污水处理过程主要是生化处理过程, 控制指标主要是分析值, 在线稳定性较差、非线性、没有明确的数学函数, 为实现自动控制带来了较大的难度, 使系统的实现耗资巨大, 难于管理, 使系统的自动化水平很难提高, 生产过程的自动调节难以实现。

城市污水处理厂的工艺是比较多样的, 设计时根据处理规模、水质情况、处理要求、总图布局等多种因素, 目前一般常用的有氧化沟法、A-B曝气法、A₂法、一体生化池法等多种。处理过程污水首先经过物理去污, 然后通过各种不同工艺流程的生化过程处理, 最后是沉淀、消毒, 达到排放标准的水就可直接排放了。工艺处理过程中的回流污泥、剩余污泥也要经过

处理才可运出厂外。

城市污水处理厂自动控制系统的设计, 本着“简洁、安全、实用、可靠”的原则, 及时掌握和了解污水厂工艺各流程的运行工况、工艺参数的变化及大小; 优化各工艺流程的运行, 保证出水水质, 降低处理成本, 提高运行管理水平, 使水厂长期正常稳定地运行, 取得最佳效益。自动控制系统是紧密结合工艺, 集控制功能、管理功能和数据处理功能于一体的自控系统, 实现对厂各种电气设备、工艺参数、运行工况进行监视、操作、控制和管理。

2 系统设计

2.1 设计要点

(1) 可靠性和稳定性: 选用具有工业高抗干扰性能的软/硬件设备, 运行可靠性高、稳定性强、安全, 是系统设计的先决条件;

(2) 性能价格比: 以最低投资, 获取最高性能;

(3) 扩展性: 考虑系统的升级和技术改造的实现

收稿日期: 2002-05-28

作者简介: 高素萍 (1963-), 女, 内蒙古包头市人, 教授级高级工程师, 主要从事自动化技术及工业自动控制、计算机应用方面的科研工作。

留有可扩展空间;

(4) 通用性:从选用的软/硬件、元件到自动控制系统功能和外形结构、安装要求等均要通用性强;

(5) 兼容性:系统是一软/硬件结合的整体,兼容性是其能否广泛应用的一个较重要的因素;

(6) 开放性:系统网络具有良好的开放性;

(7) 满足并优化厂生产工艺和管理。

2.2 自动控制系统结构设计

针对生产工艺流程、流程的建筑总图分布情况和生产管理的合理性,系统的结构设计成一分散控制集中管理的集散控制系统。系统分设3级,即现场设备信号、控制站、中央操作站。各站之间的通信由控制网络完成,系统可通过以太网与厂管理网之间通信,实现资源共享。

对于日处理3~8万吨的小型污水处理厂,其系统结构一般是两台操作站、1个控制站,如图1所示。两台操作站互为冗余,1台兼有工程师站的功能;系统配1台报警打印机,1台生产报表打印机;均放置在中央控制室内。

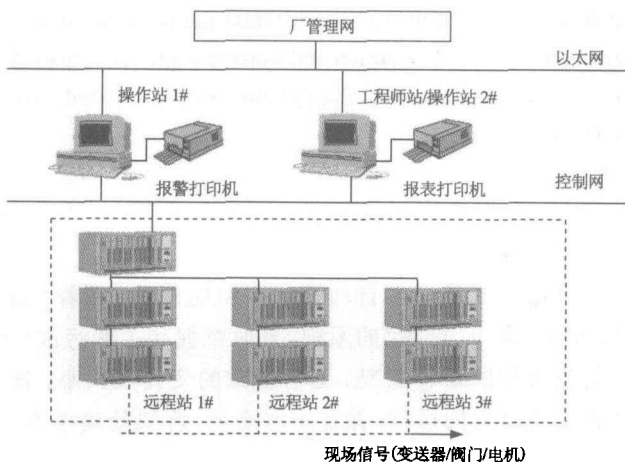


图1 中小型城市污水处理厂自动控制系统结构图

对于日处理8~100万吨左右的大中型污水处理厂,其自动控制系统的结构一般是2~3台操作站、1~数个控制站,如图2所示;3台操作站互为冗余,1台兼有工程师站的功能;系统配1台报警打印机,1台生产报表打印机;也放置在中央控制室内。

系统主要特性:①选用先进的进口设备,使系统可靠性高、稳定性强;②模块化结构,卡件可带电插拔,系统维护方便;③系统具有硬件配置的灵活性和可扩展性;④高速传送系统数据和信息;⑤采用具有隔离和滤波作用的高抗干扰性能的I/O信号处理元件;⑥界面灵活方便,全中文,操作简单;⑦丰富、形象的画面显示功能;⑧开放的网路结构。

(1) 中央操作站:中央操作站、工程师站设在中央

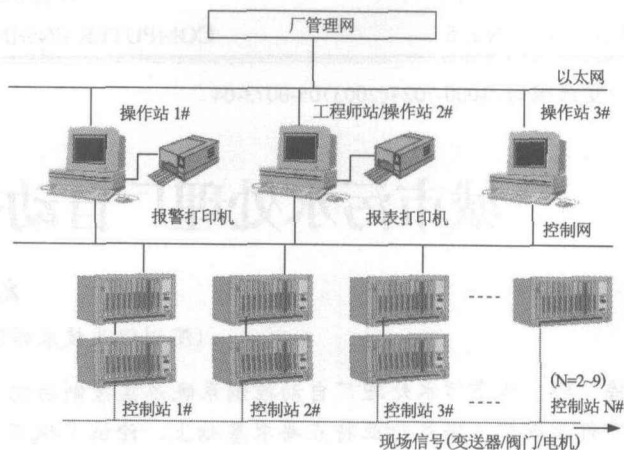


图2 大中型城市污水处理厂自动控制系统结构图

控制室内,选用高可靠性的工业控制计算机。中央操作站完成系统所有的操作、监视、报警、记录、存储和报表生成等功能。

主要技术指标:CPU>PIII900MHz; $\geq 10G$ 硬盘;21英寸彩色显示器;标准键盘; $\geq 128MB$ 内存;软驱:1.44M 3.5"; $\geq 40XD$ -CDROM。

(2) 控制站:选用PLC(可编程序控制器)产品,模块化结构,具有带电插拔、抗干扰、隔离、滤波性能的I/O元件。基本组成有CPU模块、网络通信模块、数字量和模拟量的I/O模块、底板等。如A-B公司的PLC-5、SIEMENS的PCS7、Schneider的Modicon TSX Quantum等,或其它的功能相同的同类可靠自动控制产品。设置在控制柜内,安放在现场控制室,完成系统的采集、控制功能。

对于日处理8~100左右万吨的大、中型城市污水处理厂,系统I/O点规模在500点以上,根据I/O点数和工艺流程布局情况,其控制站一般分设几个(2~9个),通过通信模块与系统通信。对于日处理8万吨左右以下的中、小型城市污水处理厂,系统I/O点规模在500点以下,设控制站一个,通过网络模块带几个远程I/O站实现。

(3) 控制网络:系统控制网络目前用的较多的是工业以太网,通信速率从10~100Mbps。其它控制网的使用应根据自控系统的硬件配置和系统对通信速率的要求而定。使用较多的有DH+网、Control Net网、Device Net网、MB+网、PROFIBUS现场总线等。

2.3 自动控制系统的软件配置

上位机软件:包含大量的图形化工具,具有在线组态、实时和历史趋势、数据采集和处理、灵活的用户定义报表、报警和管理、可扩展的组态向导等。选用工业自动化软件公司的软件,如Intellution公司的iFIX、Wonderware公司的InTouch等;或选用PLC产品厂家配套的上位工业自动化软件,如WinCC(SIEMENS)、

RSView32(A-B)、Mintor Pro(Schneider)等。

PLC 编程软件: 提供一个能迅速扩展, 并具有可重复利用编程特点的环境, 具有梯形图、指令表、结构化文本、IEC 编程语言等中的一种或多种。一般选用与 PLCPLC 产品厂家配套的软件开发环境。

操作系统软件: 选用微软 Microsoft Windows 2000。

系统工具软件: 选用微软 Microsoft Excel 2000。

3 系统功能设计

3.1 数据采集/处理功能

系统采集的数字量信号有: 电气设备的启/自动信号、运行信号、各种故障信号、电源信号和设备启/停控制信号及工艺流程状态信号, 如液位上、下限等。

采集的模拟量信号主要有温度、压力、流量、浓度和浊度、溶解氧含量、PH 值、电流、电压、功率等。对流量、用电量等信号进行累积和定期清零处理。

3.2 控制功能

系统设现场手动控制、中央控制室遥控和自动控制 3 种控制方式。

现场手动控制: 用于在自动控制系统停机、或 PLC 停机、或电气设备现场维护、或现场处理紧急事故时, 在 3 种控制方式中最具优先权。

遥控控制: 对每台电气设备均设计了此功能, 满足安全生产要求; 单台设备的启/停, 不影响其它任何设备的状态。用于单台设备运行、试车、维修等工况; 在操作站上操作。

自动控制: 设计有顺序控制、联锁控制、故障联锁控制、生产过程控制的功能。根据生产及工艺要求, 在中央操作站上对任何一个工艺段、对任何一台设备按工艺顺序进行启/停控制的操作, 系统对违反工艺的误操作有识别功能, 不予执行; 对每台电气设备设计了故障联锁控制功能; 系统根据工艺要求, 实现流程中电气设备及控制参数之间的全自动联锁控制, 如水位与泵、进水量与泵的运行时间等。

生产过程控制: 不论是哪种工艺流程, 溶解氧都是污水处理的重要指标, 直接影响污水处理的质量和运行成本。因此, 实现溶解氧的自动调节是非常重要的。通过控制污水处理生化池的氧含量(进入的新风量---空气量)来实现。溶解氧浓度测量值与设定值进行比较, 系统经过 PID 调节运算自动调节进风管上的电动调节阀, 控制进风量, 即控制了进入污水中的空气量, 进而调节液体中的溶解氧浓度, 如图 3 所示。溶解氧浓度根据化验室化验结果设定。

3.3 管理功能

操作功能: 系统设计有“联锁/解联操作”、“遥控

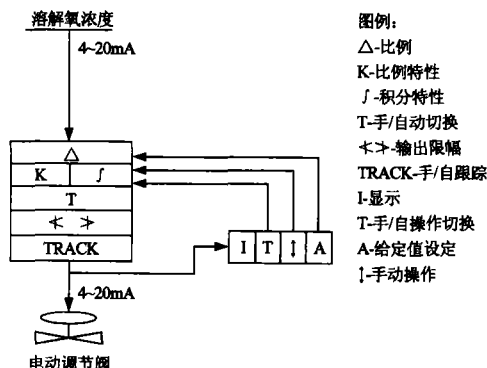


图 3 溶解氧浓度调节回路框图

操作”和“现场手动”3 级操作方式, 满足各种情况下的操作需要, 操作员可根据当时的实际情况任意选择切换。交接班时, 设有操作员登录操作。另有“权限”操作和其它常规操作。

监视功能: 按工艺流程系统分画面实时显示各流程的运行工况; 通过动态、变色、闪烁的方式, 实时显示出电气设备的运行工况和工艺信号的状态; 以数字、棒图及曲线的方式实时显示出各被测工艺参数的值; 同时可调出以分画面或弹出窗口的形式显示的设备联锁关系信号状态图。

管理功能: 对被测工艺参数设有实时/历史趋势的功能; 对重要电气设备的启/停时间及重要操作切换设有记录功能; 有电气设备故障报警、工艺状态信号报警、被测参数超限报警功能。操作站可实时显示、保存和调出近期一个月的历史数据趋势、记录及报警资料; 报警时, 操作站上发出声音的同时屏幕画面上出现文字提示。系统有日报表、月报表、故障、报警及记录报表共 4 类 7 种生产报表生成。

4 工程实例

深圳罗芳污水处理厂是日处理 35 万吨的城市生活污水处理厂, 是深圳市环境保护工程的重点项目之一。一期工程日处理 10 万吨, 采用二级曝气法 (A-B 法), 两个污泥系统串联, 各有独立沉淀池, 以分别各自回流处于不同生长阶段的活性污泥。全厂工艺流程

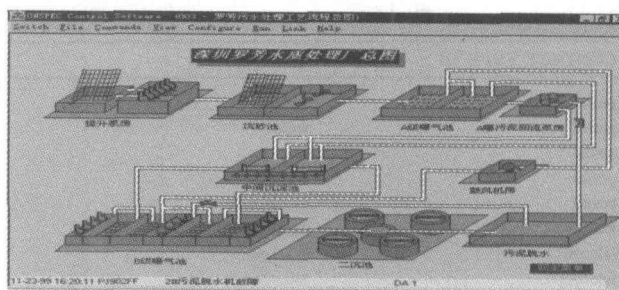


图 4 工艺流程图

程如图 4 所示。

污水由提升泵房进入,首先经过粗/细格栅和沉砂池进行物理去污,之后进入 A 曝和中沉池进行 1 级处理,再经 B 曝、2 沉池进行 2 级处理,达到排放标准排入深圳河。A 曝、B 曝均采用鼓风曝气,污泥经回流泵房分别送入 A 曝、B 曝,剩余污泥经浓缩、脱水后运出厂外填埋。

自动控制系统设 3 个操作站、1 台报警打印机和 1 台报表打印机,其中 1 台操作站通过以太网与厂管理网的服务器相联,实现管控一体化;系统设提升泵房、B 曝、污泥、鼓风 4 个控制子站,分段实现对全厂工艺设备、工艺参数的数据采集、处理和控制在,系统结构参照图 2 所示 (N=4)。控制站选用美国 A-B 公司的 PLC-5/30 系列的 PLC 产品,控制站均设在现场控制室,通过 DH+网与操作站通信。系统上位自动化软件用美国西雷公司的 Onspec 32,基于 Windows NT4.1。

系统以工艺流程画面显示提升泵房、沉砂池、A 曝、中沉池、B 曝、二沉池、浓缩与脱水、鼓风机房及全厂变配电系统。系统具有数据处理、监视、操作、报表、报警等管理功能。实现的功能包括顺序控制、连锁控制、故障连锁控制和生产过程控制,有现场手动控制、中控室遥控和自动控制。主要控制内容是:根

据水位自动控制 6 台污水泵的工作;根据进水量自动控制粗格栅机的运行时间;沉砂池按时间顺序自动冲砂、排砂;粗格栅机与皮带运输机的连锁运行;沉砂池砂水分选机与沉砂池排砂联动;中沉池吸泥车按污泥回流比,以一定的时间顺序自动正/反向运行或停车;A 曝回流污泥泵与污泥池液位连锁;B 曝回流污泥泵与污泥池液位连锁;风机总管压力与 5 台鼓风机连锁;A 曝/B 曝溶解氧浓度自动调节;鼓风机总管压力自动调节。

深圳罗芳污水处理厂计算机自动控制系统自 1999 年 1 月投入运行以来运行状态非常好,完全达到或超出了原设计水平,自动化水平处于国内同行业的领先水平,受到广泛关注,具有一定的社会效益,为深圳市的环境保护创造了很大的经济效益。

5 结束语

了解城市污水处理厂自动控制系统的现状和特点,结合具体的生产工艺要求和处理规模,选择合适的系统结构及配置,实现相应的系统功能,是一个污水处理厂自动控制系统成功的关键。根据本文提出的设计内容和思路,已成功实现多个不同工艺流程和处理规模的城市污水处理厂自动控制系统。

(上接第 69 页)

表 1 联系方式的一个实例

(a) contact 表

CONTACT_ID	CONTACT_TYPE_ID	PUBLICITY
001	postal	Y
002	telecom	Y
003	electronic	Y

(b) contact_type 表

CONTACT_TYPE_ID	CONTACT_TYPE_VALUE
postal	邮政地址
telecom	电信
electronic	电子地址

(c) contact_type_attr 表

CONTACT_TYPE_ID	ATTR_NAME
postal	country
postal	state
postal	city
postal	address
postal	postalcode
telecom	countrycode
telecom	areacode
telecom	telenumbr
telecom	extension
electronic	webaddr

(d) contact_attribute 表

CONTACT_ID	ATTR_NAME	ATTR_VALUE
001	country	中国
001	ciyt	北京
001	address	海淀区学院路 30 号
001	postalcode	100083
002	countrycode	86
002	areacode	010
002	telenumbr	62349348
003	webaddr	www.ustb.edu.cn

良好效果。

采用 ETA 设计模式时由于表的增多,多个表间的操作必然增加,这将带来一定的时间开销。因此,在实际应用中必须根据具体问题进行权衡。

参 考 文 献:

[1] 朱爱群. 客户关系管理与数据挖掘 [M]. 北京:中国财政经济出版社, 2001.

[2] SCN Education B V. Customer relationship management: the ultimate guide to the efficient use of CRM 1st ed. [M]. Braunschweig/Wiesbaden: Vieweg,2001.

[3] [美]Silberschatz A,Korth H F,Sudarshan S.数据库系统概念 [M]. 北京:机械工业出版社, 2000.