

典型污水处理厂控制系统探讨

Discussion about Control System of Typical Sewage Water Treatment Plant



陈运珍 (1941 -)

男, 广东梅州人, 高级工程师, 1965 年毕业于天津大学工企专业, 历任中国电工技术学会水工业电工专委会秘书长, 全国水泵电机调速研究会副理事长兼秘书长和土木工程学会水工业分会机电委员会委员。

收稿日期: 2005-11-03

摘要: 基于 "集中管理、分散控制、资源共享" 的原则, 介绍一个采用西门子自动化技术构建的典型城市污水处理厂工程的自动化系统。

关键词: 污水处理; 实时工业以太网; PLC 选择; 远程监控; 统一软件编程

Abstract: Based on the principle of "centralized management, distributed control, resource sharing", this paper introduces a typical automation system for city sewage water treatment by using Siemens automation techniques.

Key words: Water treatment; Real-time industrial Ethernet; PLC selection; Remote monitoring; United software

1 自动化系统应用目标

在充分考虑污水处理工艺特性的基础上, 具有先进技术水平现代化污水处理厂, 其自动化系统应实现的具体目标是:

(1) 集中管理、分散控制

基于局域网的中央管理系统—中央控制室, 管理整个污水处理流程的运行, 实现全厂的运行监视、生产调度、质量管理和数据服务; 基于 PLC 的智能化监控系统—现场分控站, 完成各工艺段及功能区域内的工艺数据采集, 工艺设备控制, 工艺过程协调。

(2) 网络化、数字化、智能化

中央控制室和各分控站的连接基于光纤冗余环的工业以太网; 分控站与现场测控仪表、工艺设备电控装置的连接基于现场总线的数字传输; 测量仪表、在线式分析仪器、电动执行器是具有微处理器的智能设备。

(3) 功能完善、管理有序

中央控制室实施全厂的运行监视、生产调度、数据服务

(北京市市政工程设计研究总院, 北京 100045) 陈运珍

和设备管理 (但不直接操作现场设备); 通过模拟显示屏和计算机 CRT, 同时显示静态和动态运行工况; 闭路电视监控系统, 监视主要生产设施的运行。

每个受控设备设置就地控制操作界面, 用于现场设备的控制和系统调试, 每个受控设备均具有就地和远程控制方式。“就地控制”方式为手动操作, 也可具有联动运行模式; “远程控制”方式具有遥控或自动运行模式。

仪表配置简洁、可靠、实用, 满足污水和污泥处理工艺的要求, 连续监测污水和污泥处理过程; 成套设备 (装置) 的控制系统利用厂商配套提供的成熟设备。

2 自动化系统监控范围

自动化系统监控范围有: (1) 工艺生产流程要求的检测、分析、控制等自动化仪表; (2) 工艺生产过程要求的自动监测、过程控制; (3) 污水厂物料计量和污水流量计量系统; (4) 污水厂进水和出水水质在线监测仪表; (5) 仪表、自控设备的信号传送和防护; (6) 区域监控管理的各个现场控制系统; (7) 综合信息管理、集中控制的污水处理厂中央控制系统; (8) 生产现场图像采集、管理的闭路电视监视系统; (9) 污水处理厂与上级系统和周边污水系统的数据传输。

3 自动化系统方案

该自动化系统是由检测执行级、区域现场级、中央监控管理级组成的三级计算机分散控制系统。具体设计方案如下:

3.1 中央控制系统

中央控制系统以为数据服务器核心, 监控工作站冗余配置, 采用 100M 交换式的计算机局域网, 并可与城市排水信息中心和周边污水提升泵站链接; 中央控制室通过光纤冗余环和工业以太网交换机与各分控站连接, 同时传输数据和视频, 传输速率一般为 100Mbps。

中央控制系统设有工程师操作站、大型动态模拟显示屏、模拟屏及通信控制计算机 (兼作冗余服务器)、闭路电视监控系统、图像投影装置、数据图表打印记录等装置。

3.2 现场监控系统

具有 PLC 的现场分控站分控站,可以独立运行。现场分控站采用光纤 PROFIBUS 现场总线连接远程或分布式 I/O 单元及现场总线型测控设备,也可以采用工业以太网组网(可以“e”网到底)。

主要受控设备的控制采用就地控制、现场控制、中央控制的三层控制模式,分别设置有“就地-0-远程”,“就地”控制可分为“手动-0-联动”,“远程”控制分为“遥控自动”。控制级别由高到低为:手动控制、联动控制、遥控控制、自动控制:

(1) 手动控制:在“就地”控制模式下,通过就地电控箱或 MCC 开关柜的按钮实现对各个设备的启停操作。

(2) 联动控制:在“就地”控制模式下,通过就地电控柜的按钮实现对机组设备的联动运行控制。

(3) 遥控控制:即远程手动控制方式。在“远程”控制模式下,操作人员通过分控站操作面板或操作员站的监控画面用鼠标器或键盘来控制现场设备。

(4) 自动控制:在“远程”控制模式下,设备的运行完全由各分控站的 PLC 根据污水厂的工况及工艺参数来完成对设备的启停控制,而不需要人工干预。

3.3 可靠性设计

采用数字化现场总线分布式控制,使得整个污水处理厂的自动化控制不依赖于一个控制装置或系统,有利于提高控制系统的整体可靠性。即使中央控制室因故障停止运行,各现场监控系统仍可按照原来的模式独立运行。

由于中央控制室不承担现场设备的直接控制,从而降低了中央控制室或通信系统运行故障所带来的风险。

采用稳定的先进的智能化的仪表和控制设备,利用其具有的自检、自校和故障隔离功能,进一步提高设备故障的检出率,缩小局部故障的影响范围。

在极端情况时,如控制系统出现故障,造成局部设备运行失控,通过现场的手动操作仍可以维持全厂的生产过程。

4 自动化系统基本组成

针对不同规模的污水厂,根据工艺流程的特点,综合污水厂总平面布置,按照工艺及控制对象的功能、设备量划定测控分区,拟设相应的现场分控站。在各个现场分控站的基础上,设置一座中央控制室(CCR)。自动化系统一般结构如图1所示。

4.1 现场分控站

通常设在每个测控分区的适当建筑物内,宜位于设备的中心,利于设备监控、便于操作管理。如变配电站、提升泵站、鼓风机房、脱水机房、污泥控制室等。

现场分控站由1套可编程控制器 PLC (S7-200/300/400)、1台现场操作显示单元 OP、1台 UPS 电源、1套现场总线网络和远程或分布式 I/O 单元、以及测控区域内的自控仪表等组成。

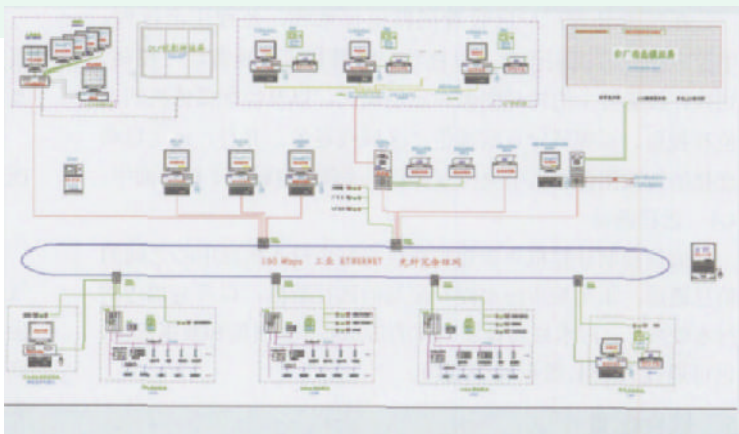


图1 污水处理厂自动化系统结构图

对于工艺设备自带的控制装置(电控箱或电控柜),应要求各提供远程控制接口。

现场分控站的 I/O 配置必须保证有 15%~20% 的冗余量,机柜内应留有 15% 的 I/O 扩展空间和 20% 的附件安装空间。

4.2 中央控制室

中央控制室(以下简称中控室)通常设在污水处理厂的综合楼内。对于大型污水工程,可以设置独立的中央控制室。

中控室完成全厂自动控制和生产的管理,它集中监视、管理、控制整个污水处理厂的全部生产过程和工艺过程。对生产过程的自动控制、自动保护、自动操作、总调节、以及工艺流程中的各重要参数、设备工况等都进行在线实时监控及调节。

设置服务器、操作员站、工程师站、动态模拟显示屏及控制计算机、通信控制计算机、工业电视监控系统、事件数据图表打印记录装置、不间断供电电源等组成中央控制系统。服务器、操作员站应冗余配置,有条件时可配置视频图像显示装置,如投影墙或投影仪。

中央控制系统通过工业以太网,采用光纤冗余环网与各现场分控站连接。

操作员站分别用于工艺监控、电力监视。作为系统管理的工程师站,同时为工艺监控操作站和电力监视操作站作备用,构成互为冗余的操作站。

事件数据图表打印记录装置包括事件打印机、报表打印机、图表打印机。

模拟屏由其控制计算机 MPC 控制,负责将全厂生产工艺动态数据送到模拟屏显示。MPC 直接与工业以太网连接,能够独立工作,而不依附于中控室的数据服务器和监控计算机,并兼作数据服务器的冗余。MPC 的 I/O 容量保证有 15%~20% 的冗余量。大型复杂的模拟屏,也可采用 S7-400 控制器,不太复杂的中型处理厂,可采用 S7-300。

4.3 工业闭路电视系统

在污水处理厂厂区设置闭路电视系统,监视生产过程。中控室操作监视工作台上设视频控制器和主监视器,可控制、切换在投影屏上的视频图像和显示模式,以及控制摄像机的方位和视角,巡视或定点监视生产区域或设备。并且,还可以将选择的视频图像送入中央控制计算机系统,镶嵌到主控界面中。

4.4 远程通信

通信控制计算机负责建立直接与城市排水信息中心之间的信息通道,采集城市污水提升泵站的运行数据,以及与周边的污水处理厂、污水处理设施之间的信息共享。通信和数据交换,也可通过 ADSL 数据宽带交换。

5 软件配置

污水处理厂自控系统配置的软件包括:系统软件、应用软件、通信软件、管理软件、其它软件。复杂大型的污水处理厂可采用 SIMATIC WinCC 人机界面软件系统。

5.1 系统软件

选用具有开放式软件接口的实时多任务、多用户系统的 Microsoft Windows NT 中文版网络操作系统。

5.2 数据库软件

采用实时分布式关系型数据库系统,通过对监控对象的组态,实时监测和控制各监控对象,并自动生成操作记录表、通信变位、事故记录等实时数据。

5.3 应用软件

具有友好的中文人机界面,采用图形、图标方式,使管理人员方便地使用鼠标器或键盘对系统进行管理、控制。其主要功能是:

(1) 运行监控

采用工控软件组态设计中控室的运行监控软件,具有中文界面、操作提示和帮助系统。操作界面主要以流程图方式表示,从总体流程图直到每个单体的局部流程图,在流程图上显示的设备,均可点击进入该设备的进一步细节数据或对其进行控制。工艺过程、运行数据和设备状态均以图形方式直观表示。运行参数和目标控制参数,可以点击进入其属性或进行设定修改。

(2) 数据库的生成及管理

提供整个监控系统运行的各种数据参数、各机械电气设备状态、以及各接口设备状态的实时数据库及历史数据库,并能根据信息分类生成各种专用数据库,且具有在线查询、修改、处理、打印等数据库管理软件,可进行日常的操作及维护,同时还具有 ODBC 功能,与其它数据库建立共享关系,使之能与管理系统(MIS)联网。

保存在内存中的实时数据库应存贮由各种监控对象的动态数据,数据刷新周期应可调,以保证关键数据的实时响应速度。短期历史数据库应能够保存 7 天的实时数据和组合数据,并不断地予以刷新(其数据来自于实时数据库)。历史数据库中能够存入各设备的运行参数、报警记录、事故记录、调度指令等。并具有提供存贮 3 年运行数据的能力。

(3) 组态

通信组态:生成各种通信关系。明确节点间的通信关系,可实现现场仪表与 PLC 之间、PLC 与监控计算机之间,以及计算机与计算机之间的数据通信,均遵守 TCP/IP 通讯协议。

控制系统组态:生成各种控制回路。明确系统的控制功能,各控制回路组成结构、控制方式与策略。

(4) 图形生成及查询

能画出总平面图、工艺流程图、设备平立面布置图、电气主接线图等,可对监控对象进行形象图符设计、组态、连接、生成完整的实时监控画面,使用户能够在显示器上查询到各种监控对象的动态信息及故障,其形式可以是图像、报表、曲线、以及直方图等,并在投影屏上有动态显示数据。通过监控画面的切换,进行数据查询、状态查询、数据存贮、控制管理等各种操作。

(5) 日常管理

日常的数据管理是对采集到的各种数据进行计算、处理、分类,自动生成各种数据库及报表,供实时监控、查询、修改、打印,生成后的报表文件的修改或重组。

软件系统的可靠性能够保证数据的绝对安全,防止对数据的非法访问,特别是对原始数据的修改。按操作等级进行管理,一般情况下,至少设置三级操作级,即观察级、控制操作级、维护级,每一级都设有访问控制。

具有日常的网络管理功能,维持整个局域网的运行,定时对各接口设备进行自检、异常时发出报警信号。

(6) 设备管理

对组成系统的所有硬件设备及运行状态进行在线监测及自诊断;对实时监控的所有对象的运行状态进行监测及自诊断;对各类设备运行情况(如工作累计时间、最后保养日起)进行在线监控,并存入相应文档,以备维护保养;对设备故障提出参考处理意见。

(7) 能耗管理

软件系统能够对系统的设备运行记录及控制模式进行综合考虑,使系统能在最低的能耗下发挥最大的效益。

6 结语

对于每个污水厂工程,都有其各自的需求,自动化系统应该根据不同规模和工艺流程特点,充分考虑技术经济的合理性。本文介绍的典型污水厂工程自动化系统仅是提供一个可供参考的实例。

编号:060210