

DCS 控制系统在某污水处理厂中的应用

李波

(中铁建发展集团有限公司北京水务分公司, 北京 100043)

摘要:为提高大型污水处理厂控制系统的稳定性、高效性、经济性,本文以西北某市的X污水处理厂为例,对双重冗余的DCS控制系统在污水处理厂中的实际使用情况进行介绍,详细分析了DCS系统的整体架构和软硬件构成以及DCS系统落地的效果,以期对相关污水处理工程提供新的控制方案和解决思路。

关键词:DCS控制系统;污水处理厂;应用

中图分类号:X703

文献标识码:A

文章编号:1004-7344(2022)31-0148-03

0 引言

自动控制系统在工业生产中已经得到广泛应用,其中分散控制系统(distributed control system, DCS)和现场总线控制系统(fieldbus control system, FCS)在大型电厂和化工厂等流程行业中比较普遍,PLC在离散型制造业中比较流行。一般污水处理厂中,使用PLC的比较多^[1]。但位于西北某市的X大型污水处理厂采用了常规循环活性污泥工艺法(cyclic activated sludge system, CASS)对生活污水进行处理,最大处理量为5万t/d。鉴于其规模比较大,对生产稳定性的要求较高,故采用了冗余的DCS系统,对全厂生产进行监控。从污水厂投产以来,这套DCS系统表现稳定,有效提高了全厂生产的自动化水平,降低了人员数量和劳动强度。

1 污水工艺介绍

生活污水处理主要是居民日常排出的污水,主要包括清洁污水、排泄污水和厨房污水,废水中包含脂肪、尿素、蛋白质和碳水废物等,处理方法为预处理+生化处理,常见工艺有上流式厌氧污泥床(Up-flow Anaerobic Sludge Bed/Blanket, UASB)、缺氧/好氧(Anoxic/Oxic, A/O)工艺、序批式活性污泥法工艺法(Sequencing Batch Reactor Activated Sludge Process, SBR)、CASS、生物滤池、膜生物流花床、活性污泥、水解酸化+好氧池、微电解法等处理工艺,将废水中有机污染物氧化降解成无害物质^[2]。CASS工艺是在间歇式活性污泥法的基础上改进而来,主要过程分成曝气、沉淀、排水、闲置四个阶

段,周期循环进行。污水连续进入预反应区,经隔墙底部进入主反应区,在保证充足供氧的条件下,在分解池中将有有机物降解。具有占地较小、运转费用低、技术成熟、工艺稳定的特点,具体有格栅井、CASS池、鼓风机房、加药间、储泥池、脱水机房、分解消毒池组成^[3]。其四阶段细节如下。

(1)曝气阶段:边进水边曝气,活性污泥从主反应区回流,回流量约为污水量的20%。曝气装置向反应池中充氧,既满足好氧生物的需求,又利于有机物与活性污泥混合与接触。

(2)沉淀阶段:停止曝气,澄清上清液和浓缩污泥,微生物利用溶解氧(dissolved oxygen, DO)进行氧化分解,反应池也由好氧状态转向缺氧状态,开始进行硝化反应。活性污泥沉到水底,上层水变清。

(3)排水阶段:沉淀结束后,反应池末端滗水器开始工作,从上到下逐渐排出清水。滗水器是整个CASS工艺的关键设备。

(4)闲置阶段:闲置阶段是滗水器上升到原始位置阶段。主要目的是周期结束转为下个周期,为反应池提供时间以完成它的整个周期。

2 DCS控制介绍

2.1 DCS系统的选型

该DCS系统是新华控制的Nexus,细节如下:①共4对分布式控制单元(distributed processing unit, DPU)电源柜和网络柜一共8个柜子,总点数在1200点内。控

制逻辑不复杂,基本以单体设备操作为主,有简单的逻辑关系。②上位控制站的画面组态色彩丰富,组态便捷,控制器逻辑由可视化的模块搭建,模块功能强大,逻辑实现方便,可在线修改逻辑。③包含一个远程输入输出(input output, IO)控制柜,方便就地安装,节省了电缆敷设距离^[4]。④系统价格比较优惠,是这个系列产品在大型污水处理中的首次使用。

与常规 PLC 控制方案比较,此 DCS 控制系统具有更强大的功能和稳定性,在满足实际生产需求的同时,价格也比较优惠。

2.2 Nexus DCS 系统的特点

Nexus 是新华控制最新一代的 DCS 控制传统,由高速实时数据网络和连接在网络上的人机交互计算机(man machine interface, MMI)与 DPU 三部分组成。DPU 面向被控制对象,进行快速数据输入和输出处理,以及闭环控制计算,完成报警检测、接收操作指令和逻辑修改指令^[5]。

MMI 包括操作员站(operation unit, OPU)、工程师站(engineer station, ENG)、历史数据站(historian unit, HSU)。面向操作员以流程图、棒状图、曲线、表格、按钮等方式提供数据,解释操作指令并送到 DPU 中进行执行。

Nexus 控制系统采用两级网络模式,包括连接全局的 UDH 全局高速工业以太网和 IO 总线,中央集控室设置 3 台操作员站,机房有 7 个控制柜,包括电源柜、网络柜以及 5 个控制柜,在现场电气配电间有 1 个远程 IO 柜。

通过现场控制、集中监视的方式来实现信息的传递和交互,在现场实现了提升泵、CASS 池、鼓风机房、加药间、储泥池、脱水机房、分解消毒池的控制,控制范围包括电气设备的启停及保护、生产参数监控等^[6]。信息监控主要以集控室为主,实现了操作员站与大屏幕显示信息的联通与互动。

2.3 DCS 系统配置及构成

Nexus 系统具有冗余容错的系统架构,包括冗余的网络,冗余的控制器,冗余的电源,冗余的 IO 总线;灵活分散的系统布置,强大的现场总线,先进的优化控制算法。其中,总体网络结构如图 1 所示。

冗余高速全局网络:包括 A 网和 B 网两个冗余的实时以太网,将 DPU 各控制器和 MMI 站(包括操作员站、工程师站和历史站)连接起来,网速为 100/1000M

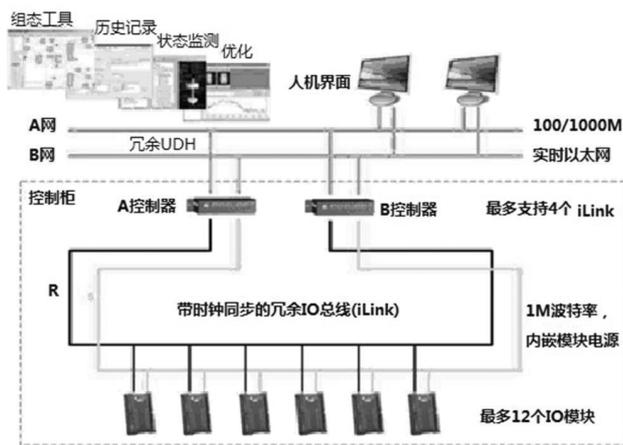


图 1 总体网络结构

自适应;A/B 两个网络同时工作,同步传输数据,当其中一个网络发生故障后,系统会进行报警提示,同时不影响另一个网络的安全运行。冗余 DPU 控制器:所有控制器成对出现,互为备用,任何一个时间,其中一个为主控制器,另一个为备用控制器,两个控制器同时接收网络数据和操作指令,但同一时间,只执行其中的一个指令,当主控制器故障时,将备用控制器自动切换成主控制器。冗余电源则是在每个机柜同时输入两路 220V 交流电源,同时机柜内安装有两套 5V 和 24V 的直流电源,冗余的电源间互为备用,当其中一路缺电或故障时,系统报警,但不影响系统使用。冗余 IO 总线如图 2 所示,每对控制器下可以挂多个工作站,A/B 控制器与工作站间的 IO 模块通信也是冗余的,通信接口的单一故障不影响系统通信^[7]。

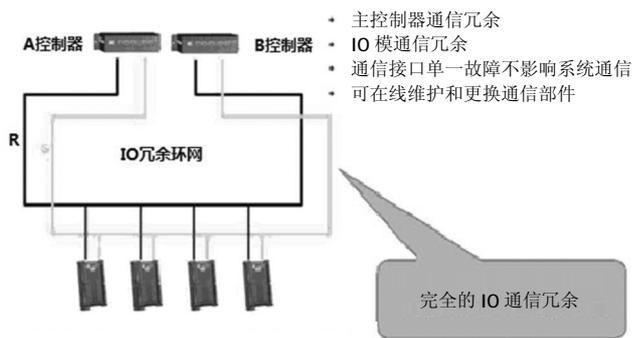


图 2 OC 6000e Nexus IO 通信系统

#1DPU 冗余控制单元主要负责控制范围包括污水格栅井、提升泵、污水沉砂池、#1CASS 池、#2CASS 池、#3CASS 池、#4CASS 池等所有主要设备、附属设备,以及各种测量参数。#2DPU 冗余控制单元主要负责控制范围包括鼓风机房、污水储泥池、流量井流量测量装置、接触消毒池等所有的主要设备和附属设备,以及各

种测量参数等。#3DPU 冗余控制单元主要负责控制范围包括加药间的电磁阀、隔膜泵、搅拌机、气动门、电动执行机构,以及电流、电压等测量参数^⑩。远程 IO 站,实现远离主控系统的所有外围设备的监控。

3 DCS 系统软件

DCS 软件主要包括上位 MMI 画面组态软件、DPU 逻辑控制软件,以及安全监控软件。

3.1 逻辑控制软件

图形化逻辑工具 SystCFG,具有丰富的控制算法库(基本控制/高级控制/诊断),具有如下特点:①在线、自动维护系统数据库;②增强的安全功能-逻辑加锁、口令保护;③在线组态/调试,无须编译/重启控制器;④支持虚拟控制器及 IO 通道仿真。

3.2 操作员软件和趋势显示工具

过程控制画面显示工具 FigView,具有人机工程学设计的过程显示元素,结构化的流程框图设计及菜单系统,优化设计的设备操作面板,丰富的过程状态信息及操作指导。

趋势显示工具 Trend,具有历史、实时显示能无缝衔接,多光标截取,可随时隐藏或显示选中的曲线,并且具有趋势导出功能。

3.3 历史收集及报表

Nexus 系统历史收集功能强大,无点数的限制,将 1000 多外接入的信号和系统中的中间信号点共计 2500 多都成功收集;主要特点及功能:①可定义的采集死区和周期,有效控制数据采集量。②可选择抽取、生成数据文本文件。③快速、高保真压缩存储,满足长时间历史数据收集需求。④支持周期性、事件型、触发型等多种报表工具。⑤数据存储功能,对生产过程中重要设备的工艺参数、设备状态等进行储存,需要时能及时调取查看。⑥操作记录,对生产过程中操作人员的操作指令实时记录,如调节设备操作,电机的启停操作等等,并且支持实时按节点或设备查找及筛选^⑪。⑦历史数据记录及展示,对所有保存记录的历史数据,支持以曲线或数据的方式展示或导出。⑧密码保护,各操作员站、历史站、工程师站、DPU 控制器等都有密码设置,需要输入密码后才能获得相应的权限。⑨打印功能,曲线打印、报表打印、图形打印、操作记录打印。

4 系统使用情况

该工程于 2016 年 3 月份运行以来,DCS 系统运行

稳定无故障情况,此系统在污水厂的有效落地使用,大幅提升了全厂自动化水平,实现了操作远程化,控制集中化,全厂所有的设备和生产过程在一个系统中得以全部监控,有效支撑了生产的持续性和高负荷。并且 Nexus 系统上手方便,操作人员及工程技术人员无须经过复杂长期的培训,即可胜任岗位。该污水厂生产以及工艺水平得到了各级领导部门的良好评价。

5 结语

常规 PLC 控制算法简单,性价比高,污水生产工艺的要求不高,因此在污水处理厂中得到了广泛应用。随着污水处理厂的规模越来越大,工艺要求越来越高,对系统的稳定性和控制逻辑的完备性也提出了更高的要求,DCS 作为做成熟的,面向复杂流程的控制系统,网络、控制器、电源等往往都采用一备一用的冗余技术,来保证控制的高效实时和系统稳定性。DCS 的这些特点,很好的契合了大型污水处理厂的自动化需求,同时工程造价相比 PLC 也不贵,具有良好的应用前景。

参考文献

- [1] 楼华敏,詹少林,管敏琳,等. DCS 自控系统在污水减排处理中的设计[J].资源节约与环保,2022(2):7-9,13.
- [2] 梁妮,党志勇,王迎军.煤炭化工污水处理 DCS 控制系统改造研究[J].内蒙古煤炭经济,2021(22):23-25.
- [3] 孟维娜. PLC 系统在某改建污水处理厂的应用[J].山西化工,2021,41(1):158-160.
- [4] 雷瑶瑶. DCS 系统在污水处理装置自动化控制中的应用研究[J].化工设计通讯,2020,46(8):218-219.
- [5] 崔海樱.污水处理装置自动化控制中 DCS 系统的应用[J].化工管理,2019(15):45-46.
- [6] 陈朋. DCS 在污水处理装置自动化控制中的应用分析[J].中国新技术新产品,2018(22):126-127.
- [7] 李树民,贝建宏. DCS 控制系统在污水处理厂的应用标准[J].中国标准化,2017(4):104.
- [8] 施皓,李伯伟. PLC 自动化控制系统在污水处理厂中的应用要点分析[J].工程技术研究,2021,6(14):152-153.
- [9] 田峰.电气自动控制系统的技术在污水处理厂的应用[J].电子技术,2021,50(5):52-53.

收稿日期:2022-06-06

作者简介:李波(1980—),男,汉族,陕西长安人,本科,工程师,主要从事污水处理厂项目建设工作。