

集散控制系统(DCS)又称为分布式控制系统,是一种专用于复杂工业过程或生产流程控制的自动化系统。DCS的核心特点是其分布式结构,其中控制功能被分散到多个子系统中,这些子系统在物理上分布于整个工厂,并通过一个高速通信网络连接起来。这种设计使得DCS非常适合大规模、连续或批量生产的工业应用,如石油炼制、化工、电力生产、造纸、食品加工等。

本章主要内容如下。

(1) 集散控制系统概述,包括集散控制系统定义,DCS与PLC、SCADA的区别,集散控制系统特点,工业生产行业分类及其对应的工业控制系统。

(2) 集散控制系统的基本结构。DCS的基本结构通常包括控制节点、操作员工作站、工程师工作站和通信网络。这些组件共同工作,确保了过程控制的高效和可靠性。

(3) 集散控制系统的体系结构,包括集散控制系统的各层功能、集散控制系统基本构成和集散控制系统的结构特征。

(4) 集散控制系统的构成示例,包括Experion PKS系统、Foxboro Evo过程自动化系统。

(5) ECS-700集散控制系统,包括ECS-700 neo、ECS-700系统的分散控制装置。ECS-700系统的分散控制装置包括用于执行控制任务的硬件和软件组件,如控制器、I/O模块、操作界面等。

整体而言,集散控制系统为工业自动化提供了强大的支持,它们的设计和实施对于确保生产的连续性、效率和安全至关重要。随着技术的发展,DCS正在变得更加智能化,集成了更多的数据分析和云计算功能,以适应工业4.0的趋势。

3.1 集散控制系统概述

DCS是一种用于复杂工业过程和系统的自动化控制系统。它将控制元素分散在整个系统中,但仍然由中央计算机进行监督和协调。DCS主要用于连续或批量生产的工厂,如石油炼制、化工、电力、造纸、金属加工等领域。

3.1.1 集散控制系统定义

ISA S5.1《仪表符号和标志》对集散控制系统的定义:一种仪表系统(输入/输出设备、控制设备和操作员接口设备),该系统除能够执行已确定的控制功能外,也允许通过通信总



第6集
微课视频

线从一个或多个用户指定的地点接收和发送、控制、测量及操作信息。

在我国石油化工有限公司标准《石油化工分散控制系统设计规范》(SH/T 3092—2013)中,分散控制系统术语定义为:控制功能分散,操作和管理集中,采用分级网络结构的以计算机和微处理器为核心的控制系统。

根据上述定义,可以认为集散控制系统是一类分散控制、集中管理的共用控制、共用显示的开放的仪表计算机控制系统。

3.1.2 DCS 与 PLC、SCADA 的区别

根据国际电工委员会的定义,可编程逻辑控制器(PLC)是一种专门为在工业环境下应用而设计的数字运算操作的电子装置。它采用可以编制程序的存储器,用来在其内部存储执行逻辑运算、顺序运算、计时、计数和算术运算等操作的指令,并能通过数字式或模拟式的输入和输出,控制各种类型的机械或生产过程。可编程控制器及其有关的外围设备都应按照易于与工业控制系统形成一个整体、易于扩展其功能的原则而设计。

监控和数据采集(SCADA)系统是一种采用计算机、网络数据通信和图形用户界面(GUI)进行高级过程监控管理的控制系统体系结构,使用可编程逻辑控制器和离散PID控制器等外围设备与过程或机械进行接口连接。通过SCADA系统,操作员可以监视过程并发出操作命令,如改变设定值、开大阀门等。这里,实时的控制逻辑或控制器的输出计算等是在网络上连接的控制功能模块完成的,控制功能模块连接变送器或传感器,也连接执行器。通常,SCADA系统由多个用于现场采集数据的远程终端单元组成,它们与上位监控计算机用通信系统相连接,主要用于采集现场的数据,以保证控制过程平稳运行。

DCS的控制由嵌入式系统(基于单片机或基于微处理器的控制单元及用于采集数据的设备或仪表)进行。其非常智能并具有对模拟量的控制功能,通过人机界面,操作员可对输出过程进行准确的监视和控制。PLC是它应用初期的名称。随后,它的功能不断扩展,从离散的逻辑控制扩展到连续的模拟量控制,不仅扩展了通道能力,也提升了显示功能和可实现复杂的控制功能。因此,近年来,PLC和DCS的区别越来越小,相互的结合使各自的功能相互交融,已经可实现DCS的共用显示、共用控制等功能。

从发展历程看,集散控制系统的主要应用场合是连续量的模拟控制,可编程控制器的主要应用场合是开关量的逻辑控制。因此,设计思想上有一定区别。

从应用目的看,在工厂自动化或计算机集成过程控制系统中,为了危险分散和功能分散,采用分散综合的控制系统结构。可编程控制器是分散的自治系统,它可以作为下位机完成分散的控制功能,与直接数字计算机的集中控制比较,有质的飞跃。这种递阶控制系统也是集散控制系统的基础。因此,一些集散控制系统采用可编程控制器作为其分散过程控制装置,完成分散控制功能。

从工作方式看,早期可编程控制器按扫描方式工作,集散控制系统按用户程序的指令工作。因此,可编程控制器对每个采样点的采样频率是相同的,而集散控制系统中,可根据被检测对象的特性采用不同的采样频率。例如,流量点的采样频率是1s,温度点的采样频率是20s等。此外,在集散控制系统中,可设置多级中断优先级,而早期可编程控制器通常不设置中断方式。

从存储器容量看,可编程控制器所需运算大多是逻辑运算,因此所需存储器容量较小,而集散控制系统需进行大量数字运算,存储器容量较大。在运算速度方面,模拟量运算速度可以较慢,而开关量运算需要较快的速度。在抗干扰和运算精度等方面,两者也有所不同,如开关量的抗扰性较模拟量的抗扰性要差,模拟量的运算精度要求较高等。

从通信流量看,DCS 的分散过程装置和操作管理装置之间有大量的数据要交换。而可编程控制器通常可直接在控制器内部完成有关的逻辑运算,因此通信流量相对较少。

从工程设计和组态工作量看,集散控制系统的输入输出点数多,工程设计和组态的工作量相对较大,安装和维护的工作也比可编程控制器要复杂些。

从布局看,集散控制系统的分散过程控制装置安装在现场,需按现场的工作环境设计,而其操作管理装置通常根据安装在控制室的要求设计。可编程控制器是按现场工作环境的要求设计,因此需专门考虑元器件的可靠性,对环境的适应性也需专门考虑,以适应恶劣工作环境的需要。

随着时间的推移,DCS 和 SCADA、PLC 系统之间的界限越来越模糊。许多 PLC 平台现在可以很好地表现为一个小型 DCS;一些 SCADA 系统实际上也可管理远程的闭环控制。随着微处理器处理速度的不断提高和性能的提升,许多 DCS 产品都由一系列类似 PLC 的子系统组成,而在最初开发阶段,这些子系统并未提供。

3.1.3 集散控制系统特点

集散控制系统能被广泛应用的原因是它具有优良的特性。与模拟电动仪表比较,它具有连接方便、采用软连接方法使控制策略的更改容易、显示方式灵活、显示内容多样、数据存储量大等优点;与计算机集中控制系统比较,它具有操作监督方便、危险分散、功能分散等优点。因此,集散控制系统已经在越来越多的行业和领域获得应用。

1. 分级递阶控制

集散控制系统是分级递阶控制系统,在垂直方向和水平方向都是分级的。最简单的集散控制系统至少在垂直方向分为两级,即操作管理级和过程控制级。在水平方向上各过程控制级之间是相互协调的分级,它们把数据向上送达操作管理级,同时接收操作管理级的指令,各水平分级间也相互进行数据交换。这样的系统是分级递阶系统。集散控制系统的规模越大,系统的垂直和水平分级的范围也越广。MES、ERP 系统是在垂直方向向上扩展的集散控制系统,FCS 则是在垂直方向向下扩展的集散控制系统。

分级递阶系统结构的优点是各个分级具有各自的分工范围,相互之间由上一级协调,上下各分级的关系通常是下一分级将该级及它下层的分级数据送达上一分级,上一分级根据生产过程的要求进行协调,给出相应的指令即数据,通过数据通信系统,这些数据被送到下层的有关分级。分级递阶系统结构如图 3-1 所示。

集散控制系统中,分散过程控制级采集生产过程的各种数据信息,把它们转换为数字量,这些数据经计算获得作用到执行机构的数据输出量,并经转换后成为执行机构的输入信号,送至执行机构。生产过程的数据也被送到上级操作管理级,在操作管理级,操作人员根据各种生产过程采集的数据,进行分析和判断,做出合适的操作方案,并将其送达分散过程控制级。可见,集散控制系统中,各个分级具有各自的功能,完成各自的操作,它们之间既有分工又有联系,在各自工作中完成各自任务。同时,它们相互协调,相互制约,使整个系统在

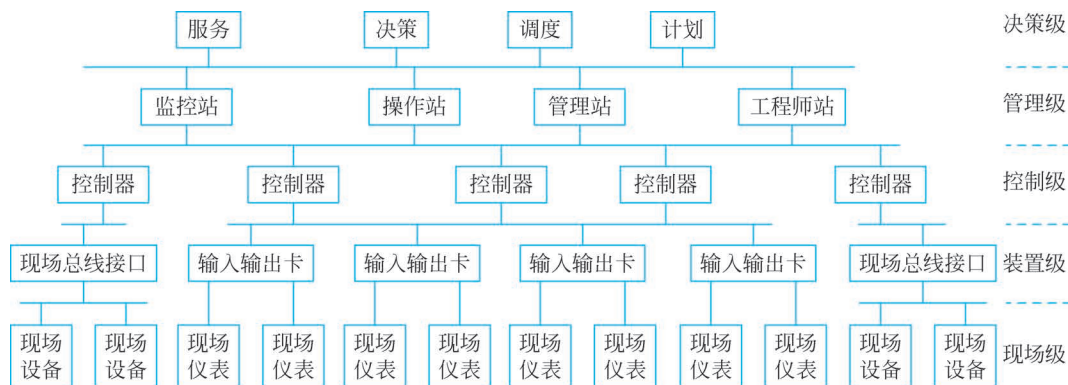


图 3-1 分级递阶系统结构

优化的操作条件下运行。

2. 分散控制

DCS 也可译为分散控制系统,原因是其将分散控制放在十分重要的位置。分散的含义并不单是分散控制,还包含其他意义,如人员分散、地域分散、功能分散、危险分散、设备分散和操作分散等。分散的目的是使危险分散,提高设备的可利用率。

分散是针对集中而言的。在计算机控制系统应用初期,控制系统是集中式的,即一个计算机完成全部的操作监督和过程控制,集中式的计算机控制系统是在中央控制室集中控制的基础上发展而来的。中央控制室集中控制方式是各种过程的参数经检测、变送后集中到中央控制室,并在控制室的仪表盘显示或记录,对需要控制的参数则通过控制器运算并输出信号到相应功能的执行机构。操作人员在中央控制室通过仪表盘上的仪表进行监视和操作。这种集中控制方式大大方便了操作,对过程参数信息的管理也有较好效果。

计算机的出现使人们自然而然地把它应用到过程的控制领域,集中控制式的计算机控制系统因此而产生。由于在一台计算机上将所有过程的信息显示、记录、运算、转换等功能集中在一起,因此产生了一系列问题。首先是安全问题,一旦计算机发生故障,就会造成过程操作的全线瘫痪,为此,危险分散的想法就被提出,冗余的概念也产生了。但要采用一个同样的计算机控制系统作为原系统的后备,无论从经济上还是从技术上都是行不通的。对计算机功能的分析表明,在过程控制级进行分散,把过程控制与操作管理进行分散是可能的,也是可行的。

随着生产过程规模的不断扩大,设备的安装位置也越来越分散,把大范围内的各种过程参数集中在一个中央控制室变得不经济,而且使操作不方便。因此,地域的分散和人员的分散也被提出。而人员的分散还与大规模生产过程的管理有着密切的关系,地域的分散和人员的分散也要求计算机控制系统与其相适应。在集中控制的计算机系统中,为了操作的方便,需要多个用于操作的显示屏,各操作人员在各自的操作屏操作。由于在同一个计算机系统内运行,系统的中断优先级、分时操作等要求也较高,系统还会出现因多个用户的中断而造成计算机死机。因此,操作的分散和多用户多进程计算机操作系统的要求被提出来。

通过分析和比较,人们认识到分散控制系统是解决集中计算机控制系统不足的较好途径。同时在实践中,人们也不断完善分散控制系统的性能,使它成为过程控制领域的主流。

为了分散控制,人们提出了现场总线技术,它是对分散控制的进一步扩展,即将分散控制扩展到现场级。危险的分散有利于整个控制系统的安全运行。因此,分散控制是集散控制系统的一个重要特点。

3. 信息的集中管理和集成

DCS 的名称突出了其分散控制的特点,而它被称为集散控制系统更是突出其集中管理的特点。

长期以来,生产过程的数据仅被用于对生产过程的控制,大量的信息被搁置,没有发挥其作用,如对设备的故障预测和诊断等。

信息集成表现为集散控制系统已从单一的生产过程控制信息的集成发展为管控一体化、信息集成化和网络化;不同集散控制系统、不同部门的计算机系统能够集成在一个系统中,它们能够实现信息的共享;不同设备的互操作和互连,使系统内的各种信息,包括从原料到产品之间的各种过程信息、管理信息能够相互无缝集成,实现企业资源的共享。信息集成也表明集散控制系统已经从单一的控制系統发展为开放的网络系统,可通过工业控制网络、互联网等实现对生产过程的访问、管理调度和对生产过程的指挥。

信息集成既包括横向集成,也包括纵向集成。这里,信息的集中管理和应用已经从过程控制的层面向更高层级发展。MES、ERP 系统和云端计算作为信息集成的层面,将对过程控制系统具有决策的功能。它从系统运行的角度出发,保证系统中每个部分在运行的每个阶段都能将正确的信息在正确的时间、正确的地点,以正确的方式传输给需要该信息的正确的人员。

4. 自治和协调

集散控制系统的各组成部分是各自为政的自治和协调系统。自治系统指它们各自完成各自的功能,能够独立工作。协调系统指这些组成部分用通信网络和数据库互相连接,相互间既有联系,又有分工,数据信息相互交换,各种条件相互制约,在系统协调下工作。

分散过程控制装置是一个自治系统,用以完成数据采集、信号处理、计算和数据输出等功能。操作管理装置是一个自治系统,它完成数据显示、操作监视、操纵信号的发送等功能。通信系统是一个自治系统,它完成操作管理装置与分散过程控制装置之间的数据通信。因此,集散控制系统的各部分都是各自独立的自治系统。

集散控制系统又是一个相互协调的系统,虽然各个组成部分是自治的,但是任何一个部分的故障都会对其他部分有影响。例如,操作管理装置的故障将使操作人员无法知道过程的运行情况;通信系统的故障使数据传输出错;分散过程控制装置的故障使系统无法获得生产数据。不同部件的故障对整个系统影响的大小是不同的,因此在集散控制系统选型和系统配置时应考虑在重要部位设置较高可靠性部件或采用冗余措施。

集散控制系统中,分散的内涵十分广泛,如分散数据库、分散控制功能、分散数据显示、分散通信、分散供电、分散负荷等。它们的分散是相互协调的分散,因此在分散中有集中的数据管理、集中的控制目标、集中的显示屏幕、集中的通信管理等,它们为分散而协调和管理各个分散的自治系统是在统一集中管理和协调下各自分散工作的。

分散的基础是被分散的系统应是自治的系统。递阶分级的基础是被分级的系统是相互协调的系统。

5. 开放系统

开放系统是以规范化与实际存在的接口标准为依据而建立的计算机系统、网络系统及相关的通信系统。这些标准可为各种应用系统的标准平台提供软件的可移植性、系统的互操作性、信息资源管理的灵活性和更大的用户可选择性。集散控制系统是开放系统,其开放性表现在以下方面。

(1) 可移植性(Portability)。可移植性是第三方应用软件能够在系统所提供的平台上运行的能力。从系统应用看,各制造商的集散控制系统具有可移植性,则第三方应用软件可方便地在该系统运行,因此它是系统易操作性的表现。从系统安全性看,第三方应用软件的方便移植也表明该系统的安全性存在问题。因此,设置可移植性标准,规范第三方软件的功能和有关接口标准十分必要。

可移植性能保护用户的已有资源,减少应用开发、维护和人员培训的费用。可移植性包括程序的可移植性、数据的可移植性和人员的可移植性。

(2) 互操作性(Interoperability)。开放系统的互操作性是指不同计算机系统与通信网络能互相连接起来,通过互连,它们之间能够正确、有效地进行数据互通,并能在数据互通的基础上协同工作,共享资源,完成应用的功能。

开放系统的互操作性可定义为:一个产品制造商的设备具有了解和使用来自另一个制造商设备的数据的能力,而不必理解子系统的类型或原来的功能,也不需要使用昂贵的网关或协议转换器。开放系统由多个厂商的符合统一工业标准的产品建立,能在统一的网络上提供全面的可操作性。

互操作性使网络上的各个节点,如操作监视站、分散过程控制装置等,能够通过网络获得其他节点的数据、资源和处理能力。随着云平台、移动终端等技术的发展,直接从移动终端监视过程,并将大量数据传输到云端成为可能。

现场总线控制系统的互操作性表现为符合标准的各种检测、变送和执行机构的产品可以互换和互操作,而不必考虑该产品是否是原制造商的产品。

(3) 可适宜性(Scalability)。可适宜性是指开放系统对系统的适应能力,即系统对计算机的运行环境要求越来越宽松,在某些较低级别的系统中能够运行的应用软件也能够较高级别的系统中运行;反之,版本高的系统软件能应用在版本较低的系统中。

(4) 可用性(Availability)。可用性是指对用户友好的程度。它指技术能力能够容易和有效地被特定范围的用户使用,经特定培训和用户支持,在特定环境下完成特定范围任务的能力,即容易使用、容易学习、可在不同用户不同环境下正常运行的能力。

可用性使系统的用户在产品选择时,不必考虑所选产品能否用于已有系统。由于系统是开放的,采用标准的通信协议,因此用户选择产品的灵活性增强。

此外,为实现系统的开放,对系统的通信系统有更高要求,即通信系统应符合统一的通信协议。

3.1.4 工业生产行业分类及其对应的工业控制系统

工业生产是创造社会财富、满足人们生产生活物质需求的主要方式。由于产品种类千差万别,因此工业生产行业及相关的企业众多。为了提高产品产量与质量,减少人工劳动,不同行业都在使用自动化系统解决其生产运行自动化问题。由于不同行业的生产加工方式

有不同的特点,因此工业控制系统也有鲜明的行业特性。

由于不同行业的生产特点不同,其对自动化系统的要求自然也有所不同,有时甚至差别很大。显然,面对不同行业的不同生产特点和控制要求,不能只有一种工业控制系统解决方案。从工业控制系统的发展来看,各类工业控制系统在产生之初都依附一定的行业,从而产生了面向行业的各类工业控制系统解决方案。以制造业为例,根据制造业加工生产的特点,主要可以分为离散制造业、流程制造工业和兼具连续与离散特点的间歇过程(如制药、食品、饮料、精细化工等)。

由于工业控制系统服务于具体生产,因此要了解不同行业的生产特点,才能理解这类生产特点对自动化系统的需求,从而了解与其对应的工业控制系统。

1. 离散制造业及其控制系统的特点

典型的离散制造业主要从事单件/批量生产,适用于面向订单的生产组织方式。其主要特点是原料或产品是离散的,即以个、件、批、包、捆等单位,多以固态形式存在。代表行业是机械加工、电子元器件制造、汽车、服装、家电、家具、烟草、五金、医疗设备、玩具、建材及物流等。离散制造业的主要特点如下。

(1) 离散制造业生产周期较长,产品结构复杂,工艺路线和设备配置非常灵活,临时插单现象多,零部件种类繁多。

(2) 面向订单的离散制造业的生产设备布置不是按产品,而是按照工艺进行布置的。

(3) 所用的原材料和外购件具有确定的规格,最终产品是由固定个数的零件或部件组成的,从而形成明确、固定的数量关系。

(4) 通过加工或装配过程实现产品增值,整个过程的不同阶段会产生若干独立、完整的部件、组件和产品。

(5) 产品种类变化多,非标产品多,要求设备和操作人员必须有足够灵活的适应能力。

(6) 通常情况下,由于生产过程可分离,因此订单的响应周期较长,辅助时间较多。

(7) 物料从一工作地到另一工作地的转移主要使用机器传动。

由于离散制造业具有上述生产特点,因此其控制系统具有以下特征。

(1) 检测的参数多数为数字量信号(如启动、停止、位置、运行、故障等参数),模拟量主要是电量信号(电压、电流)和位移、速度、加速度等参数。执行器多是变频器及伺服机构等。控制方式多表现为逻辑与顺序控制、运动控制。

(2) 通常情况下,工厂自动化被控对象的时间常数比较小,属于快速系统,其控制回路数据采集和控制周期通常小于1ms,因此,用于运动控制的现场总线的数据实时传输的响应时间为几百微秒,使用的现场总线大多是高速总线,如EtherCAT和Powerlink等。

(3) 在单元级设备大量使用数控机床,也广泛使用各类运动控制器。可编程控制器(PLC)是使用最为广泛的通用控制器。人机界面在生产线上也被大量使用,帮助工人进行现场操作与监控。

(4) 生产多在室内进行,现场的电磁、粉尘、震动等干扰较多。

2. 流程工业及其控制系统特点

流程工业一般是指通过物理上的混合、分离、成形或化学反应使原材料增值的行业,其重要特点是物料在生产过程中多是连续流动的,常常通过管道进行各工序之间的传递,介质多为气体、液体或气液混合。流程工业具有工艺过程相对固定、产品规格较少、批量较大等

特点。流程工业的典型行业有石油、化工、冶金、发电、造纸、建材等。

流程工业的主要特点如下。

(1) 设备产能固定,计划的制订相对简单,常以日产量的方式下达任务,计划相对稳定。

(2) 对配方管理的要求很高,但不像离散制造业那样有准确的材料表(BOM)。

(3) 工艺固定,按工艺路线安排工作中心。工作中心专门用于生产有限的相似的产品,工具和设备是为专门的产品而设计的,专业化特色较显著。

(4) 生产过程中常常出现联产品、副产品、等级品。

(5) 流程工业通常流程长,生产单元和生产关联度高。

(6) 石油、化工等生产过程多具有高温、高压、易燃、易爆等特点。

由于流程工业具有上述生产特点,因此其控制系统具有以下特点。

(1) 检测的参数以温度、压力、液位、流量及分析参数等模拟量为主,以数字量为辅;执行器以调节阀为主,以开关阀为辅;控制方式主要采用定值控制,以克服扰动为主要目的。

(2) 通常情况下,流程工业被控对象的时间常数比较大,属于慢变系统,其控制回路数据采集和控制周期通常为 $100\sim 1000\text{ms}$,因此,一般流程工业所用的现场总线的数据传输速率较小。

(3) 生产多在室外进行,对测控设备的防水、防爆、防雷等级的要求较高。

(4) 为确保生产的连续性,要求自动化程度高;当生产过程中具有高温、高压等特点时,对于安全等级的要求较高。流程工业广泛使用集散控制系统和各类安全仪表系统。

3.2 集散控制系统的基本结构

集散控制系统(DCS)通常包含以下几个关键组成部分。

(1) 控制站(Controller Station)或处理单元(Process Unit)。这些是安装在工厂现场的控制节点,负责执行实时过程控制。每个控制节点通常包括处理器、存储器、输入/输出(I/O)模块和通信接口。它们直接连接到传感器、执行器和其他现场设备,以收集数据和执行控制命令。

(2) 输入/输出(I/O)子系统。I/O 子系统是控制站和现场设备之间的接口,包括模拟输入(AI)、模拟输出(AO)、数字输入(DI)和数字输出(DO)模块。这些模块将现场设备的信号转换为数字信号供控制器处理,反之亦然。

(3) 人机界面(HMI)。HMI 是操作员与 DCS 交互的界面,通常包括图形显示屏、键盘、鼠标和打印机。操作员可以通过 HMI 监控过程状态、输入控制指令、查看报警和历史趋势,以及进行系统配置和维护。

(4) 工程工作站(Engineering Workstation)。工程工作站用于系统配置、程序开发、系统维护和故障诊断。这些工作站通常配备有专门的软件工具,允许工程师编程控制策略、配置 I/O 点和进行系统测试。

(5) 数据通信网络。数据通信网络连接控制站、HMI、工程工作站以及其他可能的系统组件,如数据库服务器和其他应用服务器。这些网络使用工业标准的通信协议,如 Ethernet、PROFIBUS、Modbus 或 Foundation Fieldbus,以确保数据的可靠传输。

(6) 服务器和数据库。高级 DCS 架构可能包含专门的服务器,用于数据存储、报警管

理、趋势分析、历史记录和备份。数据库服务器存储过程数据,供操作员和其他企业系统查询和分析。

(7) 冗余系统。为了提高系统的可靠性和可用性,DCS 通常包括冗余组件,如冗余控制器、网络和电源。这些冗余系统可以在主系统发生故障时无缝接管控制任务,以确保过程的连续运行。

(8) 安全系统(Safety Systems)。在一些要求更高安全标准的应用中,DCS 可能与独立的安全仪表系统(Safety Instrumented System, SIS)集成,用于执行紧急停机(Emergency Shutdown, ESD)和其他安全相关的控制功能。

这些组件共同构成了 DCS 的基本结构,使其能够实现对复杂工业过程的高效、可靠和安全控制。

不同集散控制系统供应商的集散控制系统有不同的结构,但它们都有相同的特性,即由分散过程控制装置、操作管理装置和通信系统三大部分组成。集散控制系统的基本结构如图 3-2 所示。

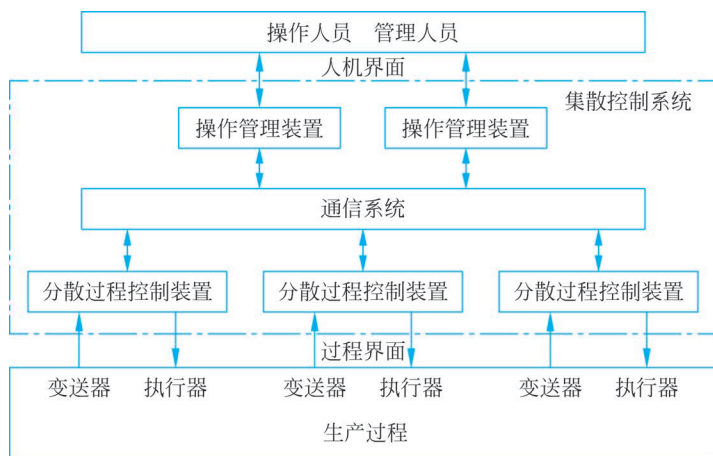


图 3-2 集散控制系统的基本结构

1. 分散过程控制装置

分散过程控制装置是集散控制系统与生产过程间的界面,即过程界面。生产过程的各种过程变量通过分散过程控制装置转换为操作监视的数据;各种操作信息也通过分散过程控制装置送到执行机构。分散过程控制装置中实现模拟量与数字量的相互转换,完成控制算法的各种运算,并对输入/输出量进行有关的信号处理和运算,如信号滤波、线性化、开方、限幅、报警处理等。

分散过程控制装置可细分为控制装置和输入/输出接口模块两部分,它们之间经专用通信总线或现场总线进行数据通信。输入/输出接口模块采集生产过程参数,并将控制命令发送到执行器。它们与现场的传感器、变送器和执行器进行信息交换。

现场总线技术的应用使分散过程控制装置从装置级分散控制分散到现场级分散控制。因此,现场总线控制系统中,分散控制装置经现场总线连接到现场总线仪表,包括现场总线变送器和检测元件、现场总线执行器和现场总线的其他辅助仪表。

2. 操作管理装置

操作管理装置是集散控制系统与操作人员、管理人员间的界面,即人机界面。操作、管理人员通过操作管理装置获得生产过程的运行信息,并通过它对生产过程进行操作和控制。生产过程中各种变量的实时数据在操作管理装置显示,便于操作管理人员对生产过程的操作和管理。

伴随企业网技术的发展和在工业控制系统中的应用,使操作管理装置的功能得到扩展和延伸,它将过程控制系统(Process Control System, PCS)与制造企业生产过程执行系统(MES)、企业资源计划(ERP)系统连接起来,组成扁平化的管理结构。其中, MES 也称为生产管理系统,它可以为企业提供制造数据管理、计划排产管理、生产调度管理、库存管理、质量管理、人力资源管理、工作中心/设备管理、工具工装管理、采购管理、成本管理、项目看板管理、生产过程控制、底层数据集成分析、上层数据集成分解等管理模块,为企业打造一个扎实、可靠、全面、可行的制造协同管理平台。ERP 系统是以系统化的管理思想,为企业决策层及员工提供决策运行手段的管理平台,是一种将物质资源、资金资源和信息资源集成一体化管理的企业信息管理系统。

3. 通信系统

通信系统贯穿整个集散控制系统,主要指分散过程控制装置与操作管理装置之间的数据通信;也包括现场总线的通信系统,用于现场总线仪表之间、现场总线仪表与分散过程控制装置之间的数据通信;还包括操作管理装置之间的数据通信,即 PCS 与 MES、MES 与 ERP 系统以及它们之间的数据通信。

随着网络技术的发展,集散控制系统的控制网络的结构更完善,实时性更强。除了集散控制系统内部的通信系统外,与第三方其他网络之间的数据通信也使集散控制系统的应用范围越来越广。

无线通信也已经在集散控制系统的低层实现。而云平台及移动终端更使集散控制系统可方便地实现远程监测和大数据分析等。



第7集
微课视频

3.3 集散控制系统的体系结构

随着大规模/超大规模集成电路技术、计算机数字技术、通信技术、控制技术、显示技术、软件技术、安装布线技术、网络技术等高新技术的应用,集散控制系统也不断发展和更新,各制造商相继推出和更新各自的集散控制系统产品,在系统的开放性、功能的综合性和先进性、操作的方便性和可靠性、危险的分散性等方面都有不同程度的改进和提高。现场总线控制系统是集散控制系统向现场的分散,连续控制、离散控制、批量控制和混合控制的综合和集成,信息的无缝集成和网络化、扁平化,使集散控制系统以崭新的面貌出现在工业控和企业管理的领域,并正向纵深发展,向综合自动化系统发展。已发布的集散控制系统产品多达百种以上,它们的硬件和软件千差万别,但从其基本构成方式和构成要素分析,却具有相同或相似特性。

3.3.1 集散控制系统的各层功能

集散控制系统(DCS)由多个层级组成,每个层级承担着特定的功能,以确保整个控制系统的高效、稳定和安全运行。

1. 现场控制级

现场总线控制系统设置现场控制级。现场控制级的特点与现场总线特性、智能设备特性等有关。现场控制级的功能如下。

- (1) 实时采集过程数据,将数据转换为现场总线数字信号。
- (2) 接收现场总线信号,经处理后输出过程操纵命令,实现对过程的操纵和控制。
- (3) 进行直接数字控制,如实现单回路控制、串级控制等。
- (4) 完成与过程装置控制级的数据通信。
- (5) 对现场控制级设备进行监测和诊断。

2. 过程装置控制级

集散控制系统采用过程装置控制设备和 I/O 卡件组成过程装置控制级。过程装置控制级的功能如下。

- (1) 实时采集过程数据,进行数据转换和处理。
- (2) 数据的监视和存储。
- (3) 实施连续、离散、批量、顺序和混合控制的运算,并输出控制作用。
- (4) 数据和设备的自诊断,实施安全性功能。
- (5) 数据通信。

3. 过程管理级

对生产过程进行管理,过程管理级的功能如下。

- (1) 数据显示和记录,包括实时数据显示和存储及历史数据的压缩归档。
- (2) 过程操作(含组态操作、维护操作)。
- (3) 系统组态、维护和优化运算。
- (4) 报表打印和操作画面复制。
- (5) 数据通信。

4. 全厂优化调度管理级

根据全自动化集成系统的要求,将自动化系统信息化和扁平化。因此,在全厂优化调度管理级包含 MES 和 ERP 系统的主要或部分内容,主要特点如下。

(1) 实现整个工厂层的互操作,使用对各种集散控制系统、可编程控制器系统和其他职能装置的专用接口和相应的软件,实现开放系统互连。

(2) 实现与各业务经营管理软件的全开放,支持开放系统的各种标准,如 OPC、ISA SP95 等,并能够支持供应商提供的标准,组成该管理级的连接库。

(3) 支持资产的绩效管理,对全厂的资产进行优化和调度,对原材料到产品的信息链进行优化和调度,实现绩效管理,从生产过程闭环控制上升到经营业务的闭环控制。

(4) 提供统一的涵盖全厂各控制专业的工程环境,使集散控制系统、仪表安全系统、可编程控制器系统、人机界面、制造执行系统等的工程设计、组态都能够在统一的操作环境下进行,提高效益,降低成本。

工业过程的综合自动化是采用自动化技术,以计算机和网络技术为手段,将生产过程的生产工艺技术、设备运行技术和生产过程管理技术无缝集成,实现生产过程的控制、运行、管理的优化集成,实现管理的信息化、扁平化和网络化,实现产品质量、产量、成本、消耗相关的综合生产指标的优化。

3.3.2 集散控制系统基本构成

集散控制系统(DCS)的基本构成可以分为硬件构成和软件构成两个关键部分。

1. 硬件构成

集散控制系统产品纷繁,但从系统硬件构成分析,集散控制系统由三大基本部分组成,即分散过程控制装置、集中操作和管理系统及通信系统。

1) 分散过程控制装置

分散过程控制装置相当于现场控制级和过程控制装置级,通常由单回路或多回路控制器、可编程控制器、数据采集装置等组成。它是集散控制系统与生产过程的接口,具有以下特点。

(1) 适应恶劣的工业生产过程环境,如环境的温度、湿度变化,电网电压波动的变化,工业环境中电磁干扰的影响及环境介质的影响等。

(2) 分散控制,包括地域分散、功能分散、危险分散、设备分散和操作分散等。

(3) 实时性,及时将现场的过程参数上传到控制系统并实时显示,及时将操作员指令或控制器输出传输到执行器。

(4) 自治性和安全性。它应是一个自治系统,当与上一级的通信或上一级设备出现故障时仍能正常运行,保证生产过程的安全可靠运行。

2) 集中操作和管理系统

集中操作和管理系统集中各分散过程控制装置送来的信息,通过监视和操作,向各分散过程控制装置下达操作命令。信息被用于分析、研究、打印、存储,并作为确定生产计划、调度的依据,具有以下特点。

(1) 信息量大。除了各生产设备的运行参数外,还包括上级调度和计划信息等。

(2) 易操作性。具有良好的人机界面,便于操作员监视生产过程,并发送操作指令;可方便获得生产过程的各种信息,包括报警和警告信息、操作提示和有关其他设备的信息等,便于操作员判断和决策。

(3) 分层结构。为操作员组态工程师和维护工程师提供不同的分层结构,便于他们对各自工作范围进行操作和管理,设置操作权限和安全性密码、防止误操作等。对MES、ERP系统等的操作同样设置分层结构,防止相互之间影响。

3) 通信系统

通信系统指各级计算机、微处理器与外部设备的通信、级与级之间的通信。集散控制系统的通信系统的应用范围不断扩展,上至ERP系统、MES,下至现场总线;连接的设备除了计算机和附属设备外,还有现场总线设备;既可以是集散扩展供应商的产品,也可以连接第三方的硬件设备。因此,通信系统的开放性是重要的性能。目前,通信系统的参考模型仍是国际标准化组织的开放系统互连参考模型,但对系统采用的层级各有取舍。通信系统的特点如下。

(1) 对上层和下层的通信要求不同,因此有不同的传输速率、实时性、可靠性、安全性等要求。

(2) 通信系统的开放性是保证系统能够互联互通的基础。

(3) 为保证通信系统的可靠,通常需要冗余设置。

2. 软件构成

集散控制系统的软件构成如下。

1) 系统软件

集散控制系统的软件是基于它所采用的操作系统。目前,绝大多数集散控制系统采用 Microsoft 公司的 Windows 操作系统;在虚拟化技术的基础上,可以运行在多个其他操作系统上。

集散控制系统的系统软件包括操作系统和一系列基本的工具。

(1) 编译器。计算机只能对机器语言识别和执行,由组态软件提供的语言需要经编译器转换为机器语言。

(2) 数据库管理。用于建立、使用和维护数据库的系统。

(3) 存储器格式化。用于对存储器存储数据清除,并规定其存储地址、存储方式等。

(4) 文件系统管理。用于管理各类文件,包括文件存储归档、文件使用权限、文件检索、自动存储加密和建立数据备份等。

(5) 身份验证。集散控制系统中的用户身份验证除了常用的密码认证外,随着云计算、大数据分析等技术的应用,也对用户身份验证提出更高要求,如双因素和多因素身份验证、指纹识别、人脸识别等。

(6) 驱动管理。指对计算机识别驱动程序的分类、更新和删除等操作。

(7) 网络链接。将有关画面与其他画面直接建立调用关系的方法,包括计算机网络中一台计算机调用另一台计算机的资源等内容。

2) 应用软件

集散控制系统的应用软件包括系统配置、控制组态、过程操作、维护等软件。

(1) 系统配置软件。根据集散控制系统的硬件架构,用软件表示它们的结构。软件用于确定集散控制系统的各节点在系统网络中的地址,并设置有关属性。

(2) 控制组态软件。根据集散控制系统中有关控制方案,完成控制组态,包括各控制系统的输入/输出信号、控制规律和控制器参数等。对于检测和用于手动控制的执行器,一般可直接调用集散控制系统提供的操作细节画面,不需要用户进行组态。

(3) 过程操作软件。用于建立用户的过程操作画面,并在该画面设置各传感器、执行器的显示点,提供控制回路的有关参数显示等。过程操作软件还用于建立各操作画面之间的调用关系。

(4) 仪表面板软件。为便于操作人员的操作,有些集散控制系统供应商提供仪表面板画面。用户可根据应用项目的要求,将有关的仪表集中在该画面显示,便于操作员的监视和控制。哪些仪表集中在某一画面的设置,应与工艺技术人员、操作人员共同讨论确定。

(5) 报警处理软件。这些软件用于设置报警点和确认方式,近年来,由于报警点设置过多造成的噪声污染引起集散控制系统供应商的重视,因此已经采用未运行设备的报警屏蔽、严重级报警等措施。

(6) 历史数据文件的归档软件。为便于大数据分析,对历史数据需要归档处理,因此,对归档数据需要设置浓缩数据的时间(采样次数或采样周期等)、浓缩方式(浓缩时段的平均、冲量、最大或最小等)、总存储时间、需要归档变量等。

(7) 报表生成软件。包括日常生产报表的生成和报警报表的生成,也包括为分析生产

过程的历史数据分析报表的生成等。报表内容包括报表生成的变量、生成时间、变量描述等。一些集散控制系统供应商也提供报警溯源等功能。

(8) 趋势曲线软件。用于生成所需过程参数的趋势曲线,设置所需显示变量、时间轴和变量显示范围;可以多个变量同时显示,也可隐藏有关变量的趋势,便于分析;可提供直方图等图标供用户分析变量的分布情况等。

(9) 维护软件。维护软件已经不再只是提供故障代码等信息,随着大数据分析技术的应用,对故障诊断和可能发生原因处理措施等都有很好的总结。尤其对某些生产过程,如石化行业的一些生产过程,经大数据分析,已经获得了各种故障前预兆、故障现象、故障原因、处理方法等的详细描述。

3.3.3 集散控制系统的结构特征

集散控制系统既是递阶控制系统,也是分散控制系统和冗余控制系统。

1. 递阶控制系统

集散控制系统是递阶控制(Hierarchical Control)系统,其结构分为多层结构、多级结构和多重结构3类。

1) 多层结构(Multilayer Structure)

按系统中决策的复杂性分类,集散控制系统的结构是多层结构。图3-3所示为按功能划分的多层结构。

与工业生产过程直接连接的是直接控制层,它采用单回路控制和常用的复杂控制。第2层是优化层,它按优化指标和被控对象的数学模型和参数,确定直接控制层的控制器设定值。第3层是自适应层,通过对大量生产过程数据的分析,进行自学习,修正所建立的数学模型,以适应实际生产过程的工况,使数学模型能够更正确地反映实际过程。第4层是自组织层,它根据总控制目标选择下层所用模型结构、控制策略等。当总目标变化时,能够自动改变优化层所用的优化性能指标。当辨识参数不能满足应用要求时,应能够自动修改自适应层的学习策略等。

2) 多级结构(Multilevel Structure)

全厂的多级多目标结构如图3-4所示。

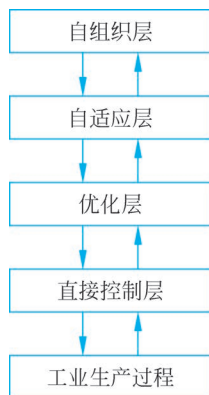


图 3-3 按功能划分的多层结构

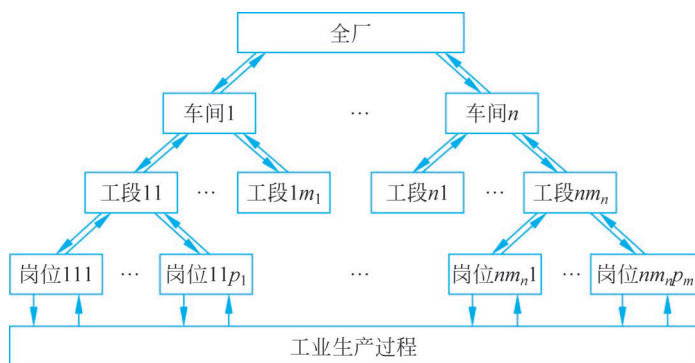


图 3-4 多级多目标结构

全厂与各车间、车间与各工段、工段与各操作岗位之间的结构是纵向的多级结构。上级协调器控制和管理各下级的决策器,每个决策都有各自的控制决策和控制目标。协调器通过对下层决策的干预,保证决策器能满足整个上层决策目标的要求。例如,车间级接收从各工段送来的操作决策和相应的性能信息,通过协调策略得到的干预信息再送达各工段。

3) 多重结构(Stratified Structure)

多重结构也称为层状结构,是指用一组模型从不同角度对系统进行描述的多级结构。层次的选择,即观察的角度受观察者的知识和观察者对系统兴趣的约束。例如,一个复杂的自动化生产过程可按下列三重层次进行研究:按一定物理规律变化的物理现象;一个受控系统;一个经济实体。

多重结构主要从建模考虑。多级结构主要考虑各子系统的关联,把决策问题进行横向分解。多层结构主要进行纵向分解。因此,这3种递阶结构并不相互排斥,可同时存在于一个系统中。

采用递阶控制结构,具有经典控制结构所不具有的优点,具体如下。

- (1) 系统结构灵活,容易更改,系统容量可伸缩,能适应工业生产不同规模的应用要求。
- (2) 控制功能增强,除了直接控制外,还具有优化控制、自学习、自适应和自组织等功能。
- (3) 降低了信息存储量、计算量,缩短了计算时间。
- (4) 可设置备用子系统,降低成本,提高可靠性。
- (5) 各级的智能化进一步提高系统的性能。

2. 分散控制系统

分散控制系统与递阶控制系统的根本区别是它是一个自治(Autonomous)的闭环控制系统。

从结构看,分散控制系统可分为垂直型、水平型和复合型。从实际应用看,集散控制系统实现了组织人事的分散、地域的分散、功能的分散、负荷的分散,重点是危险的分散。

分散控制是建立在分散的、有一定相对独立性的子控制机构的基础上的,各子控制机构在各自的范围内各司其职,互不干涉,各自完成自己的目标。例如,集散控制系统中各控制器分别管理若干控制回路,采集生产过程参数并控制有关的执行器,各控制回路完成各自的控制目标,各检测点完成各自的参数检测和显示,各执行器完成各自的操作等,它们一起为实现整个生产过程的总目标而工作。

由于各自为政,又在总目标下分工合作,集散控制系统将危险分散,控制功能分散,同时对生产过程中的各参数进行集中管理,采用共同显示、共同控制的方式,使各自自治的子系统能够协调一致,为总目标努力奋斗。

3. 冗余控制系统

设备的冗余化结构(Redundant Structure)可提高设备的可靠性。但组成集散控制系统的全部设备都采用冗余结构既不经济,也不合理。除了硬件冗余结构外,集散控制系统的软件冗余也已实现,并已经可实现整个软件系统的冗余配置和瞬时切换。常用冗余方式如下。

- (1) 同步运转方式。对可靠性要求极高的系统,常用两台或两台以上的设备以相同方式同步运转,即输入信号相同,处理方法相同,各输出对应比较。如果输出一致,取其任一信号作为输出。如果输出不同,则判别其是否正确,取判别结果正确者输出,并报警等。这种

冗余方式常用于紧急停车系统和安全连锁系统。根据冗余设备数量,有双重系统、多重系统之分。

(2) 待机运转方式。它是采用 N 台设备加一台相同设备后备的冗余方式。后备设备处于待机状态,一旦 N 台设备中某一台设备发生故障,能够自动启动后备设备并使其运转,即 $N:1$ 备用系统。由于备用设备处于待机工作状态,因此称为热后备系统。该冗余方式要设置指挥装置,用于故障识别,并将工作识别的软件和数据等转移到备用识别,相应程序自动传输到备用设备,并使其运转。

(3) 后退运转方式。正常情况下, N 台设备各自分担各自功能并进行运转,当其中某台设备发生故障时,其他设备放弃部分不重要的功能,去完成故障设备的主要功能,这种冗余方式称后退运转方式。

(4) 多级操作方式。它是一种纵向冗余方式。例如,集散控制系统正常运行时采用全自动运行,一旦某一部分发生故障,将该部分装置切换到手动操作,逐级降级,直到最终的操作方式是执行器的现场手动操作和控制。

3.4 集散控制系统的构成示例

集散控制系统(DCS)的整体结构设计用于实现复杂工业过程的集中监控与分散控制。一个典型的 DCS 结构可以概括为以下几个层级。

(1) 现场层(Field Level): 包括各种现场设备,如传感器(温度、压力、流量等)、执行器(阀门、电机)、变送器等。这些设备直接与物理过程相连,用于监测和影响过程变量。

(2) 控制层(Control Level): 由分布式控制节点组成,每个控制节点通常包括一定数量的输入/输出(I/O)模块和一个或多个控制器(如 PLC 或专用处理器)。控制器执行实时控制逻辑,处理来自现场层的数据,并向执行器发送控制命令。

(3) 操作员层(Operator Level): 人机界面(HMI)或操作员工作站,使操作员能够监控和控制过程,提供实时数据显示、报警管理、历史趋势分析和系统配置工具。

(4) 监控层(Supervisory Level): 包括工程工作站和管理软件,用于进行系统配置、程序下载、维护 and 数据分析。可以实现对整个 DCS 的高级监控和优化,以及与 ERP 系统的集成。

(5) 网络层(Network Level): 由多种通信网络组成,包括控制网络、数据网络和可能的安全网络。连接现场层、控制层、操作员层和监控层的所有组件,确保数据和控制命令的高效传输。

(6) 辅助系统: 电源系统、冗余系统、数据备份和恢复系统等,以确保 DCS 的可靠性和稳定性。

整体上,DCS 通过这些层级实现了对工业过程的精确控制和高效管理,提高了生产效率、质量和安全性。

3.4.1 Experion PKS 系统

美国 Honeywell 公司自 1975 年推出第一代集散控制系统 TDCS-2000 以来,相继推出 TDC3000、TDCS-3000x 和 TPS 等集散控制系统。Experion PKS 系统自推出以来经多年扩

展,于 2016 年推出 Experion PKS Orion 系统,它将高级自动化平台和应用软件集成,大大改善了对过程、业务和资产管理的融合,提升了生产能力,获得了明显经济效益。新的 IIoT 版本进一步优化了 LEAPTTM 项目的自动调试执行,可在云中创建循环配置的设备,并能够动态绑定。

Experion PKS 系统整体结构如图 3-5 所示。

Experion PKS 系统采用分布式系统结构 (Distributed System Architecture, DSA),它是 Experion 多服务器结构的基础。Experion PKS Orion 版本引入了最新的通用通道技术和虚拟化技术,因此超越了传统集散控制系统。

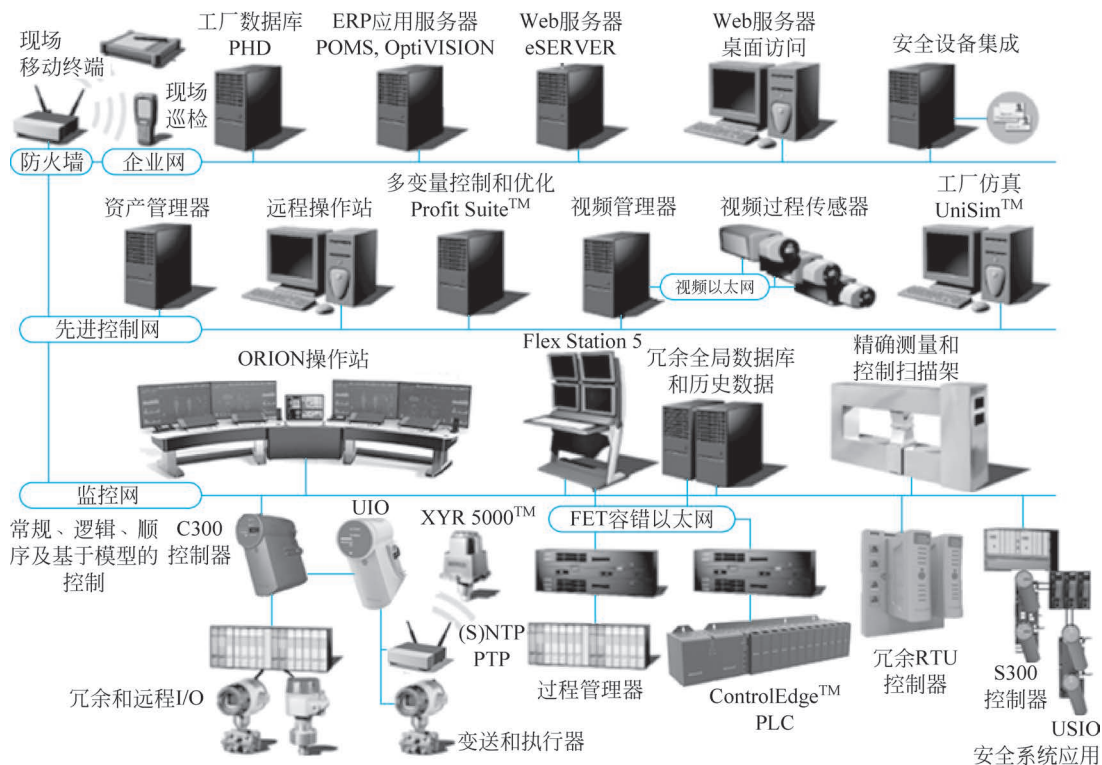


图 3-5 Experion PKS 系统整体结构

3.4.2 Foxboro Evo 过程自动化系统

2014 年 7 月,施耐德 (Schneider) 公司收购英维思 (Invensys) 集团。英维思集团旗下 Foxboro 公司将集散控制系统 I/AS 集成 Triconex 技术后,推出 Evo 过程自动化系统,该系统是创新的、高可用的、容错的计算机控制系统。当前应用于 IIoT 的新型号为 EcoStruxure,这是一个系列容错的、高度可用的集散控制系统,以施耐德 PLC 为分散过程控制装置。

Foxboro Evo 过程自动化系统包括新型的高速控制器、现场设备管理工具、维护响应中心、企业历史数据库、多层冗余及网络安全性强化系统,能够对历史数据提供卓越的能见度,以及提供实时和可预测的运营信息,从而帮助用户提高生产效率。

Foxboro Evo 过程自动化系统的体系结构如图 3-6 所示。

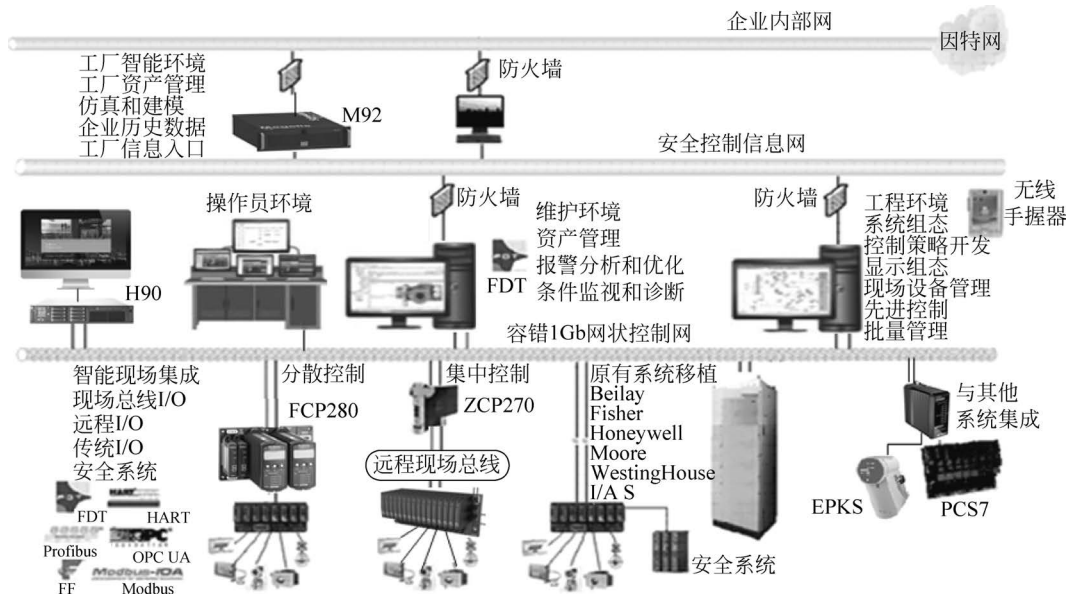


图 3-6 Foxboro Evo 过程自动化系统的体系结构

3.5 ECS-700 集散控制系统

ECS-700 集散控制系统按照提高可靠性原则进行设计,可以充分保证系统安全可靠。系统内部所有部件均支持冗余,在任何单一部件故障的情况下仍能稳定正常地工作。同时,ECS-700 集散控制系统具备故障安全功能,模块在网络故障的情况下进入预设的安全状态,保证人员、工艺设备的安全。

此外,ECS-700 集散控制系统还具备完善的工程管理功能,包括多工程师协同工作、组态完整性管理、单点组态在线下载等,并提供完善的操作记录以及故障诊断记录。全系统包括电源模块、控制器、I/O 模块和通信总线等,均实现冗余。

ECS-700 集散控制系统是浙大中控公司的 InPlant 整体解决方案的核心平台,如图 3-7 所示。

该系统具有 OPC/ODBC 等与上位信息系统的交换接口,能够满足企业对过程控制和管理的信息需要,系统支持在线扩展,保护用户投资。系统特点如下。

(1) 可靠性高。ECS-700 集散控制系统采用冗余供电系统、冗余通信系统、互为备用的操作员站、冗余的控制器及可全冗余的 I/O 模块,保证了系统连续正常运行。此外,系统采用高可靠性的部件,可安装在 G3 的苛刻环境。

(2) 扩展性强。ECS-700 集散控制系统支持在线扩容和并网,保护用户投资。

(3) 先进性。ECS-700 集散控制系统采用多人协同技术,允许多个工程师在统一组态平台同时进行组态和维护,保证组态的一致和完整性,大大缩短了工程周期。该系统在功能性、易用性、可调试性等方面进行了深入设计,可实现连续控制、顺序控制、批量控制。采用图形化编程工具,节省组态时间,便于在线调试和监控。

(4) 开放性。ECS-700 集散控制系统采用 Windows 操作系统,可通过 Excel、VBA 语

言、OPC 数据交互协议、TCP/IP 等开放接口与 DCS 进行信息交互,可构成现场总线控制系统。

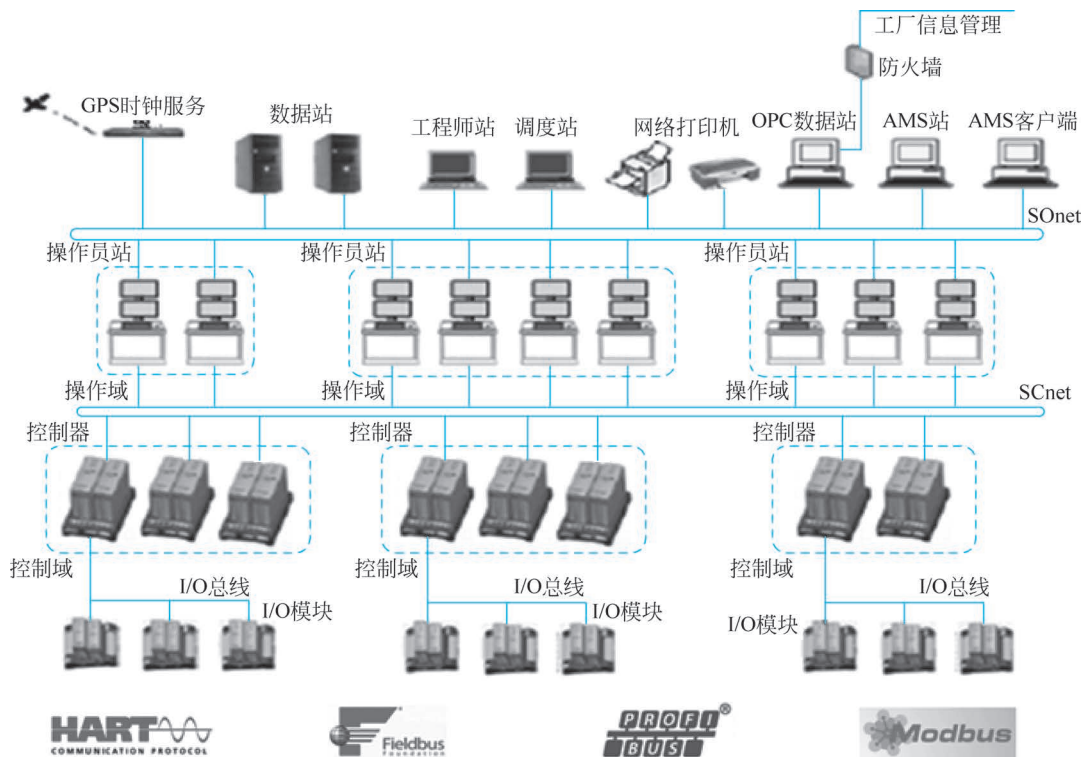


图 3-7 ECS-700 集散控制系统

3.5.1 ECS-700 neo

ECS-700 neo 是浙江中控技术公司自主开发的横装形式紧凑型柔性集散控制系统。其搭载高性能高可靠处理器,采用高速通信总线和高容积率设计,满足空间灵活紧凑型装置的各种控制要求。系统软件采用与 ECS-700 同平台的 VisualField,符合用户习惯,满足智能化应用需求。

ECS-700 neo 适用于化工、精细化工、石化、冶金、造纸、食品饮料、船舶与海工、智慧园区、核电等领域,应用场合如图 3-8 所示。另外,ECS-700 neo 还应用于铁路、医药、水泥、海上平台等行业的各种场合。

下面从系统结构、集成能力、多种 I/O 总线扩展能力、通信能力和高效强大的组态软件 5 个方面对 ECS-700 neo 做简要介绍。

1. 系统结构

ECS-700 neo 系统由控制器模块、I/O 模块、通信模块、VisualField 软件包等组成。控制器模块、I/O 模块和通信模块组成了系统的控制站,VisualField 软件包安装于操作员站或工程师站。系统网络架构从上到下由管理网、过程控制网(SCnet)和 ECI 总线网络组成。

2. 集成能力

ECS-700 neo 系统的横装机架安装尺寸为 $430\text{mm} \times 247\text{mm}$,适用于尺寸为 $800\text{mm} \times$

800mm×2100mm 的标准机柜。每个标准机柜可安装 8 个横装机架,一般情况下支持每柜达 2048 硬点的安装规模。



图 3-8 ECS-700 neo 应用场合

3. 多种 I/O 总线扩展能力

ECS-700 neo 系统 I/O 总线扩展支持星状、总线型、星状-总线混合型 3 种模式,提供网线级联的本地扩展和光纤级联的远程扩展,为工程应用设计提供更灵活多样的方案。I/O 总线扩展如图 3-9 所示。

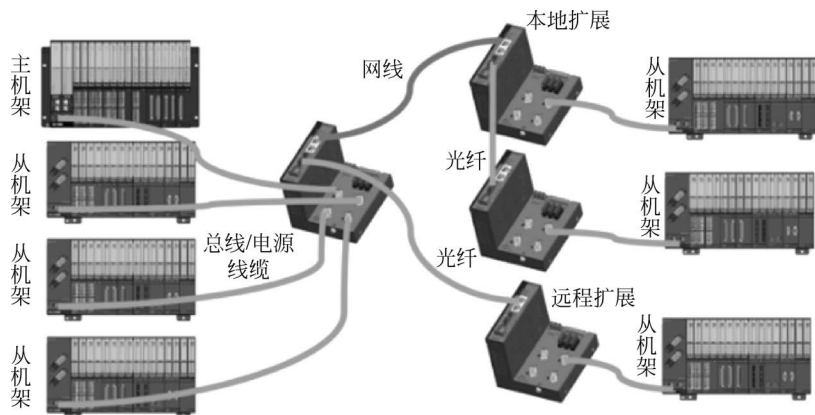


图 3-9 I/O 总线扩展

4. 通信能力

ECS-700 neo 系统设计有 SCnet IV、Modbus-TCP、Modbus-RTU、PROFIBUS-DP、SNTP、HART 等协议的对外通信接口,从而得以实现与其他控制系统或智能设备的通信。ECS-700 neo 系统的通信架构如图 3-10 所示。

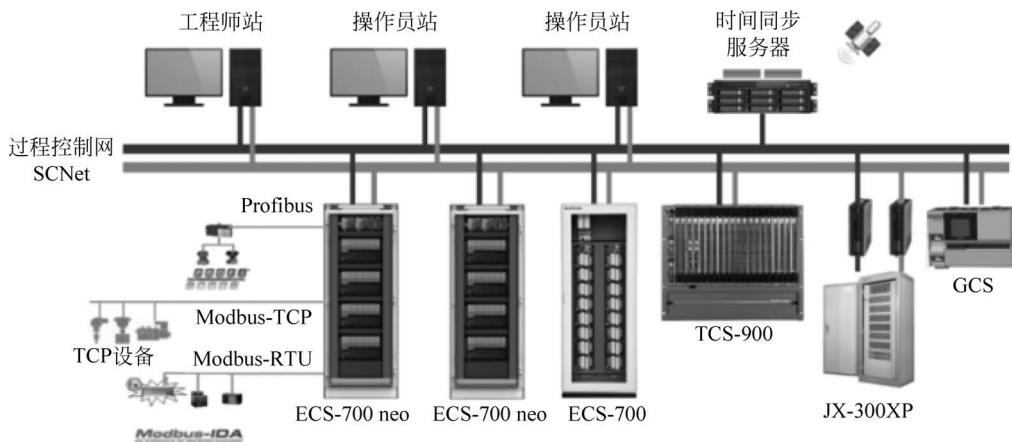


图 3-10 ECS-700 neo 系统的通信架构

5. 高效强大的组态软件

VisualField 软件支持标准的 SFC、FBD 和 ST 编程语言,支持快/慢任务的同时编程和执行,支持无扰增量下载,支持事件记录 SOE(Sequence of Event)的组态管理。其中,基于 Web 技术的组态软件 VFConBuilder 支持硬件配置和位号信息一体化组态。某垃圾焚烧发电厂的 DCS 操作界面如图 3-11 所示。

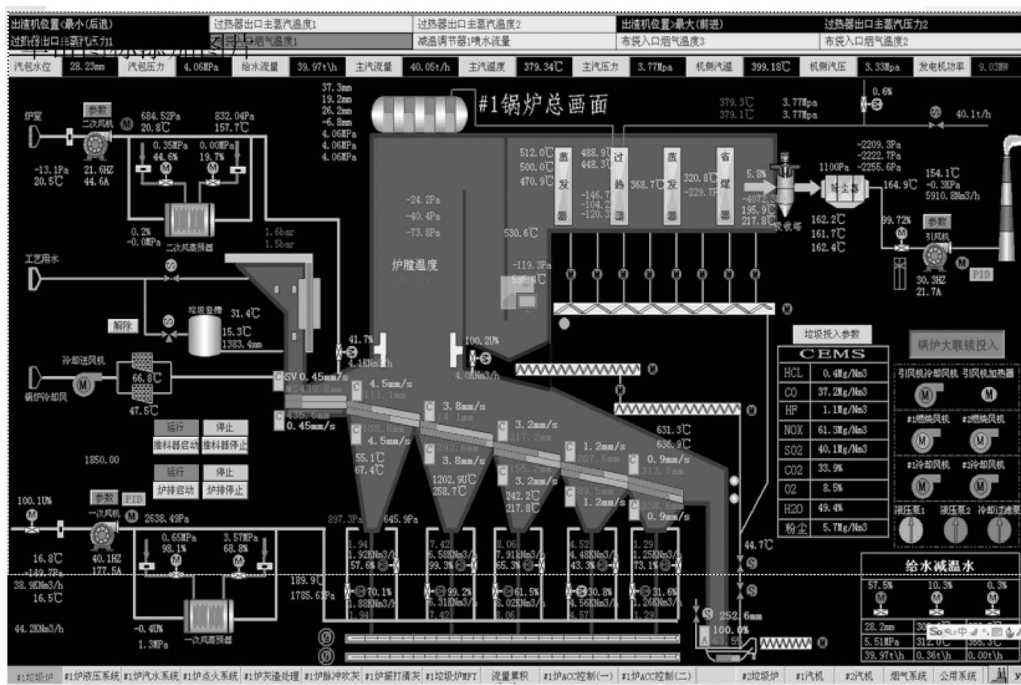


图 3-11 某垃圾焚烧发电厂的 DCS 操作界面

3.5.2 ECS-700 的分散控制装置

ECS-700 的分散控制装置是 FCU711 控制器。该控制器外形如图 3-12 所示。

FCU711 控制器采用 32 位 RISC 芯片,内存为 36MB,主频为 260MHz,功耗低于 5W,掉电保持数据时间不小于 6 个月,与 I/O 网传输速率达 100Mb/s,与过程控制网传输速率达 1Gb/s 或 100Mb/s。可连接 250 块 I/O 模块,其中,最大 AI 点数为 1000 点,AO 点数为 250 点,DI 点数为 2000 点,DO 点数为 1000 点。

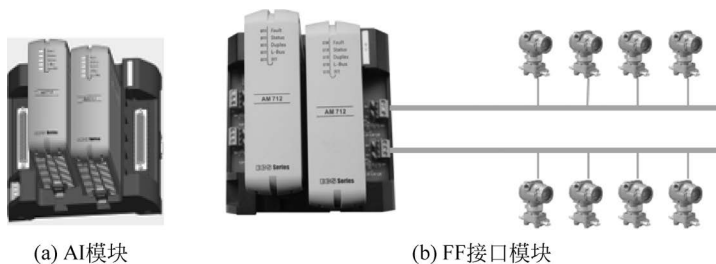
FCU711 控制器内置逻辑运算、逻辑控制、算术运算、连续控制等 200 多个功能块,并有先进控制的功能块,如预测控制 PFC、模糊控制 FLC 和 Smith 预估补偿控制等控制算法。控制器具备冗余功能,可实现 1:1 热备冗余。

ECS-700 系统的 I/O 块采用模块化结构,具有快速装卸结构,采用免跳线设计;可实现 1:1 冗余,单个 I/O 模块具有供电和通信的冗余功能,互为冗余的 I/O 模块可根据工况控制冗余切换;支持热插拔,即插即用;具有自诊断功能。

ECS-700 系统的 I/O 模块外形如图 3-13 所示;I/O 模块板卡如图 3-14 所示;通信模块一览如图 3-15 所示;系统机柜如图 3-16 所示。



图 3-12 FCU711 控制器外形



(a) AI模块

(b) FF接口模块

图 3-13 ECS-700 的 I/O 模块外形



图 3-14 I/O 模块板卡

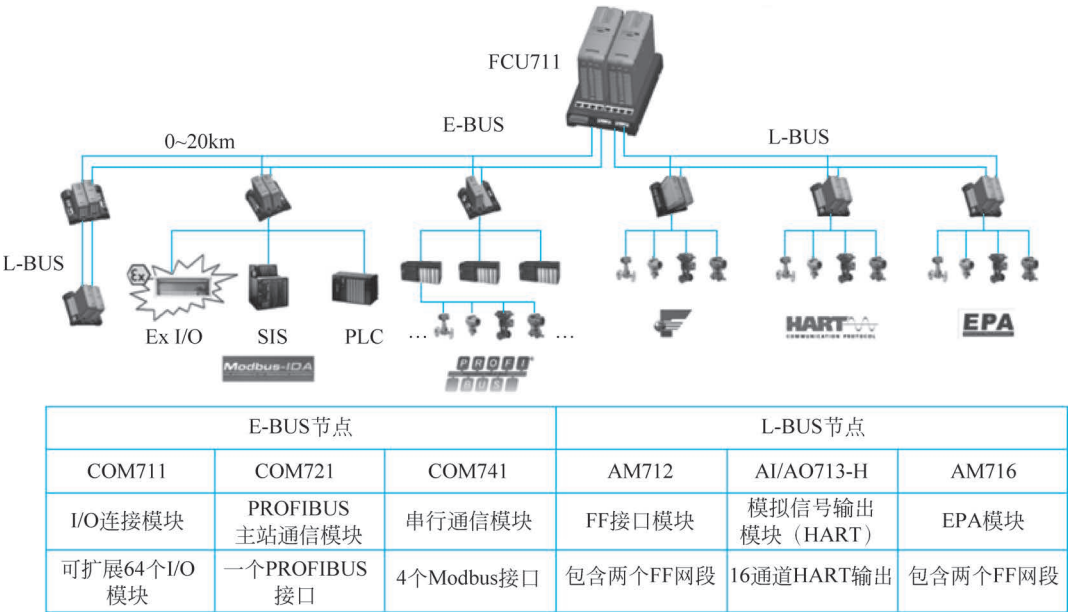


图 3-15 通信模块一览

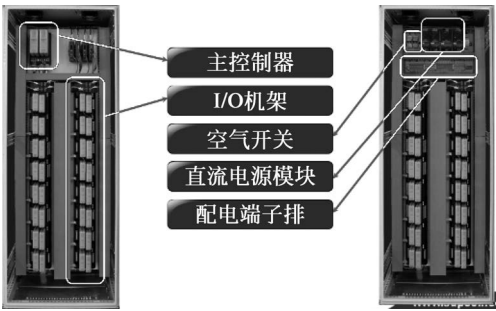


图 3-16 系统机柜

标准化的柜内布置设计如图 3-17 所示,包括系统控制机柜、端子机柜、安全栅机柜、继电器机柜、交换机机柜和电源分配机柜。



系统控制机柜 端子机柜 安全栅机柜 继电器机柜 交换机机柜 电源分配机柜

图 3-17 标准化的柜内布置设计