

水泥厂 集散控制系统 设计

蒋建虎 葛运旺 主编



武汉理工大学出版社

高等学校教材

水泥厂集散控制系统设计

主 编 蒋建虎 葛运旺
副主编 陈 伟 宋丽君

武汉理工大学出版社

· 武 汉 ·

内 容 提 要

本书主要内容包括计算机控制系统的结构和组成、数据通信基础、计算机网络、集散控制系统设计过程等。主要以 ABB Freelance 系统在水泥厂的应用为例,介绍集散控制系统的设计、调试、维护等相关技术。包括:现场控制站的结构、功能;ABB Freelance800F 过程控制级 AC800F 控制器的功能、特点、选型;工程师站软件 Control Builder F 的组态过程;水泥厂工程师站组态实例;操作员站软件 DigiVis 的使用;水泥厂操作员站实例;DCS 系统可靠性指标;DCS 系统的冗余技术;DCS 系统的接地技术;DCS 设计和施工过程中所需的文件制定等。通过本书的学习能够熟悉水泥生产工艺和水泥厂集散控制系统的设计、调试、维护等过程,掌握集散控制系统总体设计、设备选型、软件组态、系统安装、系统调试、系统维护、集散控制系统施工等相关文件制定。

本书可以作为高等学校电气类专业计算机控制网络、现场总线及集散控制系统相关课程教材,也可以作为工程技术人员的参考资料。

图书在版编目(CIP)数据

水泥厂集散控制系统设计/蒋建虎,葛运旺主编. —武汉:武汉理工大学出版社,2013.11
ISBN 978-7-5629-4168-2

I. ①水… II. ①蒋… ②葛… III. ①水泥-化工厂-集散控制系统-系统设计
IV. ①TQ172.8

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2013)第 223007 号

项目负责人:于应魁

责任编辑:王 体

责任校对:张明华

封面设计:兴和设计

出版发行:武汉理工大学出版社

地 址:武汉市洪山区珞狮路 122 号

邮 编:430070

网 址:<http://www.techbook.com.cn>

经 销 者:各地新华书店

印 刷 者:武汉兴和彩色印务有限公司

开 本:787×1092 1/16

印 张:15.375

字 数:390 千字

版 次:2013 年 11 月第 1 版

印 次:2013 年 11 月第 1 次印刷

定 价:30.00 元

凡购本书,如有缺页、倒页、脱页等印装质量问题,请向出版社发行部调换。

本社购书热线电话:027-87515778 87515848 87785758 87165708(传真)

• 版权所有,盗版必究 •

前 言

随着计算机的普及,网络技术的可靠性、实时性的改善,计算机控制系统正在向网络化方向发展,集散控制系统已经成为工业控制系统的基本结构形式。为了跟踪集散控制系统的发展趋势,普及集散控制系统在水泥厂的应用,我们编写了此书。全书包括:控制网络基础,工业以太网与现场总线,ABB Freelance800F 工程师站和现场控制站组态过程,集散控制系统的可靠性、集散控制系统的设计与应用。全书共需 56 学时。

本书共分 8 章。第 1 章主要介绍计算机控制系统的结构和计算机控制技术的发展。第 2 章主要介绍 DCS 系统的概念、结构、特点。第 3 章主要介绍工业数据通信和控制网络的基础知识。第 4 章主要介绍现场总线的定义和国际标准,并具体介绍了 CAN 总线、Profibus 总线和工业以太网的协议和应用。第 5 章主要介绍现场控制站的结构、功能;数字量和模拟量输入输出通道的结构和功能;水泥厂 DCS 系统数字量和模拟量输入输出通道实例;ABB Freelance800F 过程控制级 AC800F 控制器的功能、特点、选型;ABB Freelance800F 过程控制级 S800 I/O 站的功能、特点、选型、接线;水泥厂控制回路实例。第 6 章主要介绍工程师站的功能和配置;工程师站软件 Control Builder F 的组态过程。第 7 章主要介绍 DCS 系统可靠性指标;DCS 系统的冗余技术;DCS 系统的接地技术。第 8 章主要介绍 DCS 设计和施工过程中所需的文件制定;集散控制系统设计的一般步骤;集散控制系统的安装、调试、验收。

本书编写分工如下:第 1、5 章由宋丽君老师编写,第 3、4 章由陈伟老师编写,第 2、6 章由蒋建虎老师编写,第 7、8 章由葛运旺老师编写。全书由蒋建虎老师任主编并统一定稿。宋书中教授审阅了全书,并提出了宝贵意见。

本书在编写过程中参考和利用了大量文献资料,很多资料取自网上或公司产品样本,无法在参考文献中列出,在此谨向原作者表示衷心的感谢。

由于近几年计算机控制系统的发展突飞猛进,特别是近年现场总线、工业以太网和软件的高速发展,网间设备层出不穷,控制系统网络结构千变万化,控制系统的应用领域迅速扩张和延伸,很多内容无法得到翔实的资料,加上作者学识水平有限,本书所介绍的内容还不够深入,错误和不妥之处在所难免,恳请读者批评指正。

编 者

2013 年 6 月

目 录

1 概述	(1)
1.1 计算机控制系统的基础知识	(1)
1.1.1 计算机控制的一般概念	(1)
1.1.2 计算机控制系统的组成	(2)
1.2 计算机控制系统的结构与发展	(4)
1.3 工业控制网络的发展	(7)
1.3.1 CIMS 体系结构及工业数据结构的层次划分	(7)
1.3.2 传统的现场级与车间级自动化监控及信息集成系统	(8)
1.3.3 现场总线技术	(9)
1.3.4 基于现场总线的自动化系统结构的变化	(10)
2 集散控制系统组成与结构	(12)
2.1 集散控制系统概述	(12)
2.1.1 集散控制系统的特点	(13)
2.1.2 分散控制系统的基本组成	(14)
2.2 分布式控制系统的发展	(18)
2.2.1 DCS 的发展	(18)
2.2.2 DCS 的体系结构	(19)
2.2.3 DCS 的技术特点	(22)
2.3 几种典型的 DCS 结构与特点	(24)
3 控制网络基础	(34)
3.1 数据通信基本概念	(34)
3.2 数据编码及通信方式	(35)
3.2.1 数字数据的模拟信号编码	(35)
3.2.2 数字数据的数字信号编码	(36)
3.2.3 模拟数据的数字信号编码	(37)
3.2.4 信号的传输方式	(38)
3.2.5 通信传输技术	(38)
3.2.6 同步传输和异步传输	(40)
3.3 差错控制方法	(41)
3.3.1 差错的控制编码	(41)
3.3.2 传输差错检测	(42)
3.4 多路复用	(44)

3.5	数据交换技术	(46)
3.6	计算机网络与工业控制网络	(51)
3.7	网络通信协议	(53)
3.7.1	OSI 基本参考模型	(53)
3.7.2	局域网标准	(56)
3.7.3	TCP/IP 协议	(57)
3.8	网络拓扑结构	(63)
3.9	网络的传输介质	(65)
3.10	网络传输媒体访问控制方法	(69)
4	现场总线	(72)
4.1	现场总线简介	(72)
4.1.1	现场总线的定义	(72)
4.1.2	现场总线控制系统的特点	(72)
4.1.3	现场总线国际标准	(73)
4.2	RS-485 总线标准	(81)
4.2.1	RS-232-C 标准	(81)
4.2.2	RS-422 与 RS-423 接口标准	(84)
4.2.3	RS-485 总线标准	(86)
4.3	CAN 总线	(88)
4.3.1	CAN 总线简介	(88)
4.3.2	CAN 通信协议	(88)
4.3.3	CAN 报文通信	(89)
4.3.4	CAN 总线的仲裁机制	(91)
4.3.5	CAN 通信器件	(93)
4.4	Profibus 总线	(94)
4.4.1	Profibus 概貌	(95)
4.4.2	Profibus 协议结构	(95)
4.4.3	Profibus-DP	(98)
4.4.4	Profibus-PA	(101)
4.5	工业以太网	(101)
4.5.1	工业以太网概述	(101)
4.5.2	工业以太网的关键技术	(102)
4.5.3	几种主要的工业以太网	(109)
5	现场控制站	(122)
5.1	现场控制站概述	(122)
5.1.1	现场控制站的结构	(122)
5.1.2	现场控制站的功能	(122)
5.2	数字量输入输出通道	(123)

5.2.1	开关量输入输出通道的一般结构	(123)
5.2.2	水泥厂开关量输入输出	(126)
5.3	开关量信号调理	(127)
5.4	模拟量输入通道	(129)
5.4.1	模拟量输入通道的一般结构	(129)
5.4.2	模拟量信号调理	(130)
5.4.3	水泥厂模拟量输入信号实例	(132)
5.5	模拟量输出通道	(140)
5.5.1	模拟量输出通道的一般结构	(140)
5.5.2	水泥厂模拟量输出实例	(140)
5.6	ABB Freelance800F 过程控制级 AC800F 控制器	(141)
5.6.1	AC800F 控制器基本特点	(141)
5.6.2	AC800F 控制器结构	(142)
5.6.3	AC800F 控制器选型	(142)
5.6.4	AC800F 控制器典型总线结构	(142)
5.6.5	AC800F 控制器配置步骤	(144)
5.7	ABB Freelance800F 过程控制级 S800 I/O 站	(145)
5.7.1	概述	(145)
5.7.2	基本特点	(145)
5.7.3	功能描述	(145)
5.7.4	S800 I/O 站基本配置	(145)
5.7.5	总线通信接口	(145)
5.7.6	S800 I/O 模块	(146)
5.8	数字 PID 控制器设计	(149)
5.8.1	PID 控制器原理	(149)
5.8.2	数字 PID 控制器设计	(150)
5.8.3	新型 PID 控制器	(153)
5.9	水泥厂控制回路实例	(157)
5.9.1	水泥原料配料控制	(157)
5.9.2	磨机负荷控制	(157)
5.9.3	生料喂料仓重自动控制	(158)
5.9.4	窑尾生料喂料自动控制回路	(158)
5.9.5	分解炉温度控制	(158)
5.9.6	预热器出口压力调节	(159)
5.9.7	窑尾排风机入口压力调节	(159)
5.9.8	回转窑转速控制	(160)
5.9.9	篦冷机篦速控制	(160)
5.9.10	篦冷机出口风温控制	(160)
5.9.11	篦冷机一、二室风量自动调节	(161)
5.9.12	窑头负压调节	(161)

5.9.13	增湿塔出口温度调节	(161)
6	工程师站和操作员站	(162)
6.1	工程师站的功能	(162)
6.2	工程师站的基本配置	(162)
6.3	工程师站组态软件	(162)
6.4	工程师站组态过程	(163)
6.4.1	项目树组态	(163)
6.4.2	功能块 (FBD) 组态	(169)
6.4.3	顺序功能块图 (SFC) 组态	(172)
6.4.4	硬件结构组态	(177)
6.4.5	标签表	(179)
6.4.6	变量表	(180)
6.4.7	操作员站组态	(180)
7	集散系统的可靠性	(187)
7.1	系统可靠性指标	(187)
7.1.1	可靠度 $R(t)$	(187)
7.1.2	失效率 $\lambda(t)$	(188)
7.1.3	平均故障间隔时间	(188)
7.1.4	平均故障修复时间 MTTR	(188)
7.1.5	平均寿命	(188)
7.1.6	利用率	(189)
7.2	提高系统利用率的措施	(189)
7.2.1	提高元器件和设备的可靠性	(189)
7.2.2	提高系统对环境的适应能力	(190)
7.2.3	容错技术的应用	(190)
7.2.4	DCS 的分散化结构	(190)
7.2.5	全系统的多级操作控制	(191)
7.2.6	故障自诊断技术	(191)
7.2.7	DCS 的远程诊断和维护	(192)
7.3	DCS 容错与冗余设计	(193)
7.3.1	容错与冗余的概念	(193)
7.3.2	分布式控制系统的冗余设计	(195)
7.3.3	DCS 双机冗余系统的实现	(202)
7.3.4	集散控制系统的电源冗余	(206)
7.3.5	过程通道冗余措施	(207)
7.4	DCS 的接地措施	(208)
7.4.1	接地的作用	(208)
7.4.2	接地要求和方法	(209)

8 集散控制系统的设计与应用 (215)

8.1 集散控制系统的评价 (215)

8.1.1 技术性能评价 (215)

8.1.2 使用性能评价 (218)

8.1.3 可靠性与经济性评价 (219)

8.2 集散控制系统的选择 (220)

8.2.1 选择原则 (220)

8.2.2 评价方法 (220)

8.3 集散控制系统的设计 (222)

8.3.1 方案论证 (222)

8.3.2 方案设计 (226)

8.4 集散控制系统的调试、安装与验收 (231)

8.4.1 集散控制系统的调试 (231)

8.4.2 集散控制系统的安装 (232)

8.4.3 集散控制系统的验收 (233)

8.4.4 DCS 的管理、维护和应用软件的再开发 (234)

参考文献..... (235)

1 概 述

计算机网络、自动控制和通信技术的发展,导致自动化控制系统的体系结构发生了深刻的变化,目前计算机控制网络已在冶金、化工、电力、建材等过程控制领域得到了广泛应用,并在工业生产中发挥着越来越大的作用。计算机技术的发展为先进控制的实现奠定了物质基础,而控制技术的应用又促进了计算机技术的发展,两者密切相关。

本章主要介绍计算机控制系统和工业控制网络的基础知识,并对其发展趋势进行了概述。

1.1 计算机控制系统的基础知识

1.1.1 计算机控制的一般概念

计算机控制系统 (Computer Control System, CCS) 是在常规仪表控制系统的基础上发展起来的,是以计算机为核心控制器实现生产过程自动控制的系统。

工业生产中的自动控制系统随控制对象、控制算法和采用的控制器结构的不同而有所差别。从常规来看,过程控制系统常常用差值控制的思想,即控制系统为了获得控制信号,要将被控量与给定值进行比较,得到偏差信号。然后直接利用偏差信号进行控制,使系统偏差减少直至消除系统偏差。

由于控制量是控制系统的输出,被控量的变化值又反馈到控制系统的输入端,与作为系统输入量的给定值相减,所以称为闭环反馈系统,如图 1.1 所示。

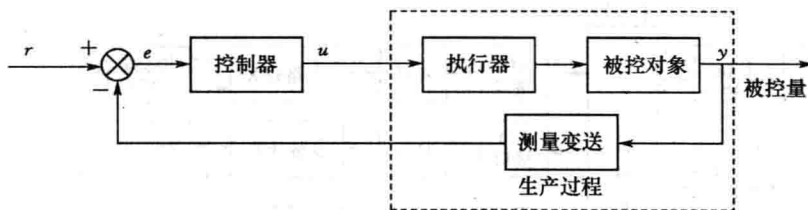


图 1.1 闭环控制系统的一般形式

从图 1.1 可以看出,自动控制系统的基本功能是信号的传递、加工、比较和执行。这些功能分别由传感器、变送器、控制器和执行器等来完成。控制器是控制系统中最重要的部分,决定了整个控制系统的性能和应用范围。

如果将图 1.1 中的控制器用计算机来代替,就可以构成计算机控制系统,如图 1.2 所示。

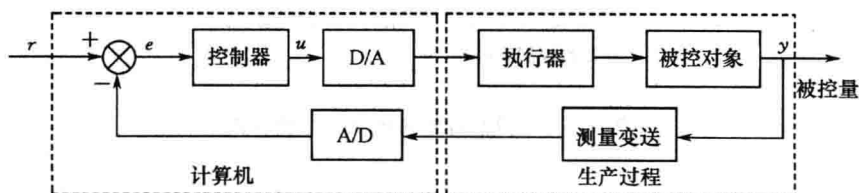


图 1.2 计算机控制系统

由于自动控制系统中引进计算机作为控制核心单元，可以利用计算机强大的计算、逻辑判断和记忆等信息处理能力，实现各种控制算法，以期获得较理想的控制效果。

但是计算机只能处理数字信号，在计算机控制系统中，需要将检测变送单元输入的模拟数据通过 A/D 转换器转换为数字信号，同时利用 D/A 转换器将计算机输出的数字控制信号转换为转换器的模拟控制信号。

在计算机控制系统中计算机的主要功能有：

- ① 实时数据采集
对受控对象每隔一定时间进行采样和 A/D 转换，并将结果读入 CPU。
- ② 实时计算
将 A/D 转换的数据进行处理，按一定的控制规律进行计算，计算结果作为当前控制系统的控制量。
- ③ 实时控制
将计算机输出的数字控制量，经 D/A 转换后控制执行器。

1.1.2 计算机控制系统的组成

计算机控制系统由控制计算机本体（包括硬件、软件和网络结构）和被控对象两大部分组成。

(1) 硬件组成

计算机控制系统的硬件主要包括：计算机主机；常规外围设备；过程通道；I/O 接口电路；运行操作台；通信接口电路。

计算机控制系统的硬件组成框图如图 1.3 所示。

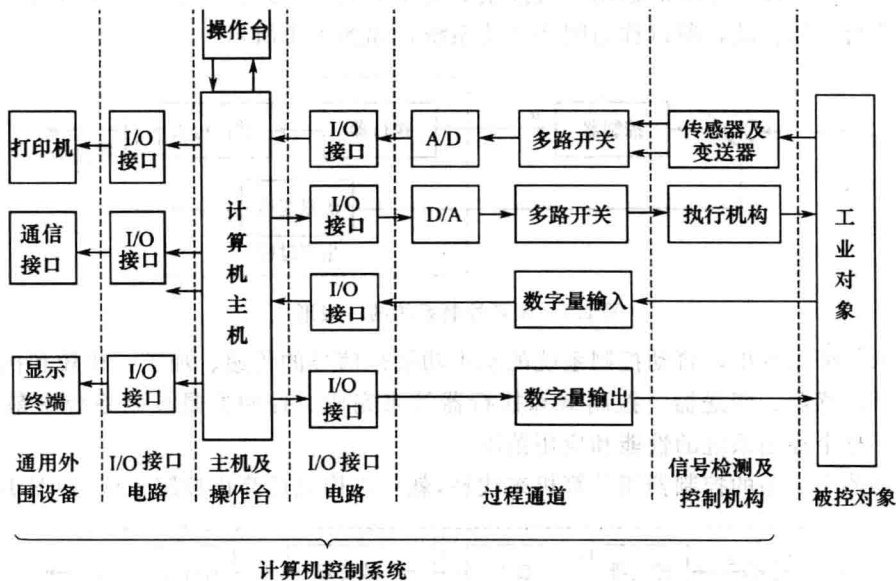


图 1.3 计算机控制系统硬件组成框图

- ① 计算机主机
计算机主机由 CPU 和存储器（包括程序存储器和数据存储器）组成，是整个控制系统

的核心。根据过程输入通道输入的反映生产过程工况的各种信息和已确定的控制规律，作出相应的控制决策，并通过过程输出通道发出控制命令，达到预定的控制目的。

②常规外围设备

常规外围设备包括输入设备、输出设备和存取设备，根据计算机控制系统的规模和要求进行配备。

常用的输入设备有：键盘、鼠标、数字化仪等，主要用于程序和数据等输入。

常用的输出设备有：显示器、打印机、绘图仪等，主要用于各种信息显示、打印等。

常用的存储设备有：硬盘、磁带机、软盘、移动存取器等。

③过程通道

工业过程参数一般是非电量参数，必须经过传感器（一次仪表）转换为电量信号。这些信号均为模拟量信号或是高于5V的电平信号，要输入计算机就必须进行转换，完成这些任务的就是过程通道。从某种意义上说，传感器、变送器、电动和气动单元以及其他执行器也应属于计算机控制系统的一部分。过程通道一般可以分为：

模拟量输入通道（AI） 用来输入模拟量信号（如温度、压力、流量、液位等）；

开关量输入通道（DI） 用来输入开关量信号（如继电器触点、行程开关、按钮等）或数字量信号（如转速、流量脉冲、BCD码等）；

模拟量输出通道（AO） 把数字信号转换成模拟信号后，再输出驱动相应的控制执行器；

数字量输出通道（DO） 则直接输出开关量信号或数字量信号。

④I/O接口电路

过程通道并不能直接由CPU控制，必须由I/O接口来完成信息的传递。从广义上说，过程通道也应属于I/O接口电路，但这里讲的I/O接口电路指的是通用I/O接口电路，包括串口、并口和管理接口（中断接口、DMA、FIFO、定时/计数器等）。

⑤运行操作台

运行操作台是计算机控制系统实现人机对话的桥梁，其形式各种各样，其中的典型代表就是在PLC组成的控制系统中应用最多的HMI。

⑥通信接口

通信接口是计算机控制系统与其他系统或设备（PLC、变频器等）以及与上位系统（DCS、MIS、SCADA等）联系的桥梁，包括RS-232、RS-485、以太网、现场总线接口等。

(2) 软件组成

软件是履行控制任务的关键，计算机控制系统软件包括系统软件和应用软件两大部分。系统软件提供计算机运行和管理的基本环境，同时为了满足实时处理的要求，通常采用实时多任务操作系统。在这种操作环境下，要求将应用系统中的各种功能划成若干任务，并按其重要性赋予不同的优先级，任务进程及相互间的信息交换由实时多任务操作系统协调控制，如Windows CE、VXWorks、LINUX、Windows NT等。

应用软件包括编程语言（汇编语言、编译软件、VB和VC等编程语言、组态软件等）和用户根据系统要求编写的特殊控制软件。一般包括过程输入程序、过程控制程序、过程输出程序、打印显示程序、人机接口程序等。其中过程控制程序是应用软件的核心，是控制方案和控制规律的具体实现。

1.2 计算机控制系统的结构与发展

基于模拟技术的仪表控制系统虽然具有响应速度快、运行稳定等优点，但随着生产规模的不断扩大，仪表控制系统日益暴露出了它的局限性，主要反映在以下几个方面：

模拟仪表控制系统仅适用于局部、少参数、单功能的控制场合；虽然有稳定性强的优点，但其控制性能会随着控制元件老化或环境影响而发生变化；仅能提供现场过程参数的信息，无法传输现场设备或装置的状态和故障信息；通过安装在中央控制室的仪表屏，实现人机交互控制，随着生产规模的扩大，仪表种类和数量越来越多，不利于实现集中监视和集中操作；采用点对点的通信方式，使控制系统的重构比较困难。

1959 年美国首次在德克萨斯的一家炼油厂中采用了电子数字计算机，尽管当时控制系统只是完成了数据采集功能，但标志着控制系统从模拟时代走进了数字时代。

计算机控制系统与所控制的生产过程密切相关，根据生产过程的复杂程度和工艺要求的不同，可采用如下不同的控制方案。

(1) 数据采集、处理系统

计算机系统的主要工作是对过程状态参数实现巡回检测、数据存储记录和相应的数据处理、实时数据分析以及数据越限报警等功能。

数据采集就是由传感器把温度、压力、流量、位移等物理量转换来的模拟电信号经过处理并转换成计算机能识别的数字量，输入计算机中。

数据处理就是计算机将采集来的数字量根据需要进行不同的判决、运算，供操作者调节控制系统使用。数据采集、处理系统的典型结构如图 1.4 所示。

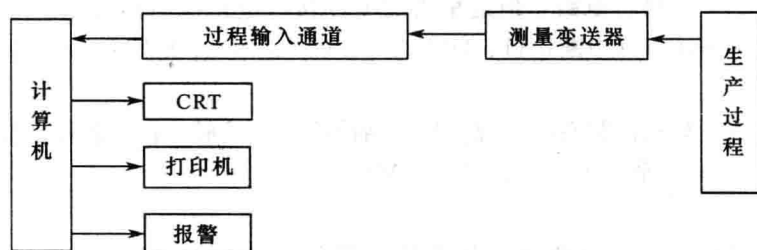


图 1.4 数据采集、处理系统的典型结构

(2) 计算机集中控制系统

直接数字控制（Direct Digital Control, DDC）是将现场变送器传送出来的电信号，经 A/D 转换后输入计算机，通过计算机的计算、处理，由计算机给出控制指令控制现场的执行器，实现生产过程参数的调节。

DDC 分时地对被控对象的状态参数进行测试，并根据测试的结果与给定值的差，按照预先制定的控制算法进行数字分析运算后，控制量输出直接作用在调节阀等执行机构上，使各个被控参数保持在给定值上，实现对被控对象的闭环自动调节。

在 DDC 系统中，由于信号的集中处理，多个控制回路可以实现有机的协调控制，使得系统优化、解耦控制等高级功能得以实现。同时，由于 DDC 所采取的控制技术是数字的，因此不存在模拟控制中无法避免的环境影响和元件老化带来的控制性能变差的问题。直接数

字控制系统如图 1.5 所示。

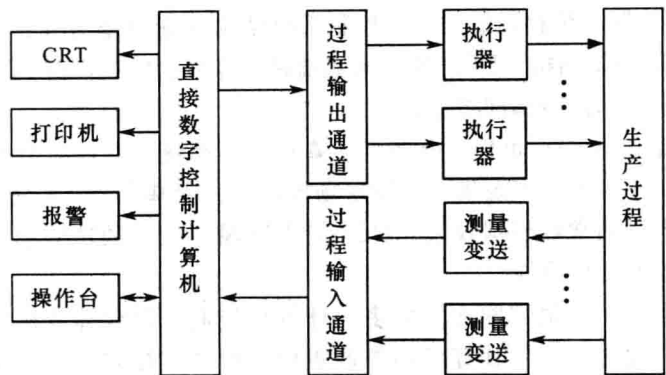


图 1.5 直接数字控制系统

DDC 系统的优点有：

- ① 可以实现几十个控制回路的 PID 控制；
- ② 控制系统重构方便，只要改变程序即可实现其他形式的控制规律；
- ③ 将显示、记录、报警和给定值设定等功能都集中在操作控制台上，给操作人员带来了很大方便。

DDC 系统的缺点有：

- ① 各种功能集中在一台计算机上，使得软件系统相当庞大，导致计算机系统运行效率下降；
- ② 系统的可扩展性差。一个计算机系统在建立时基本上就已经确定了其控制规模，如果要进行规模的扩充，只有预留计算机的处理能力；
- ③ 集中式的控制系统将所有的功能、所有的处理集中在一台计算机上，大大增加了计算机失效或故障对整个系统造成的危害性。

(3) 监督计算机控制系统

监督计算机控制系统（SCC）是指计算机根据生产过程的信息（测量值）和其他信息（给定值等），按照描述生产过程的数学模型，去自动改变（也称重新设定）模拟调节器或 DDC 工业控制机的给定值，从而使生产过程在最优化的工况下运行。

SCC 计算机根据工艺信息和工业过程现行状态参数，按照生产过程的数学模型进行最优化的分析计算，并将其算出的最优化操作条件去重新设定 DDC 计算机的给定值，然后由 DDC 计算机去进行过程控制。由于 DDC 计算机的给定值能及时不断得到修正，从而可以使生产过程始终处于或接近最优化操作条件。当 DDC 计算机出现故障时，可由 SCC 计算机代替其功能，从而确保了生产的安全。SCC 控制系统结构如图 1.6 所示。

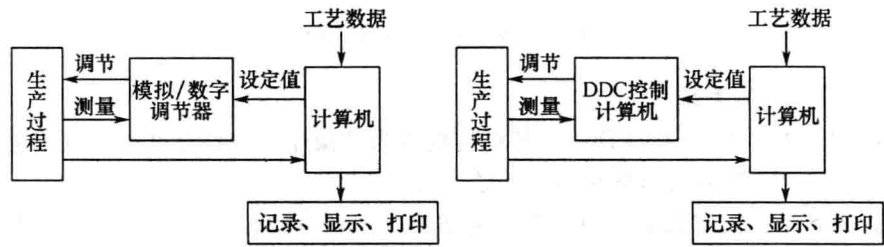


图 1.6 SCC 控制系统结构

(4) 分布式控制系统

为了解决 DDC 控制系统存在的问题, 控制系统结构逐渐演变为分布式的系统结构, 即当今广泛使用的 DCS 系统结构。DDC 的技术基础是计算机的发展, 而 DCS 则建立在计算机和计算机网络这两大技术发展基础之上。

集散型控制系统 (DCS), 也称为分布式计算机控制系统。它是以数台乃至数百台的微型计算机分散地分布在各个生产现场, 作为现场控制站或者基本调节器实现对生产过程的检测与控制, 代替了大量的常规模拟仪表。DCS 能克服模拟仪表的功能单一性和局限性, 又能避免计算机集中控制的危险性。

DCS 将集中控制变为由局域网连接的多台计算机控制, 每台计算机完成这个系统中某一部分的数字控制。这样缩小了计算机的控制规模, 提高了控制的响应速度和控制的安全性, 同时保留了数字控制的优越性。

对于一个特定的系统, 只要合理地选择控制规模, 即每台计算机的控制回路数量, 就可以满足系统在控制响应性方面的要求。同时由于每台计算机所控制的是系统中某个局部的回路, 因此单台计算机的故障不会导致整个系统的失控, 大大提高了系统的安全性。

DCS 的主要优点是:

- ① 采用分布式控制结构, 每个控制器的任务明确, 计算量平衡, 因此效率更高。
- ② 在物理上的分散结构, 采用现场总线等通信技术, 减少了干扰和故障, 同时大大节省了电缆。
- ③ 实现分散控制、集中管理, 降低了风险。
- ④ 这种结构比分级分层结构更灵活, 扩充也更方便。而且由于硬度的冗余度大, 某个回路出现故障时可以相互支援, 因此它具有很高的可靠性。
- ⑤ 集散型控制系统 (图 1.7) 将生产过程按其系统结构纵向分成现场控制级、控制管理级、生产和经营管理级。级间既相互独立又相互联系, 再对每一级按其功能划分为若干子块, 采取既分散又集中的原则, 进行集散控制系统的硬件和软件设计。

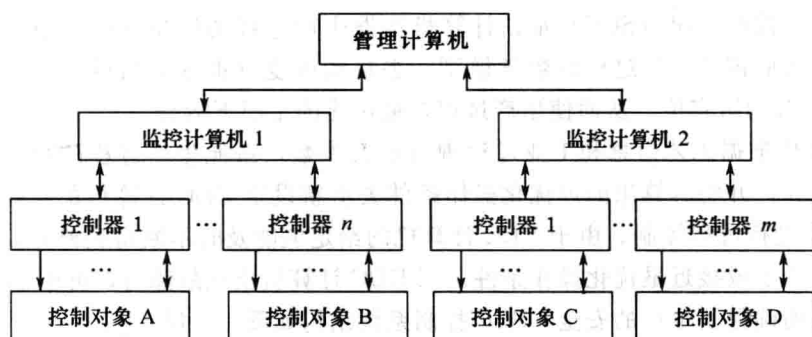


图 1.7 集散控制系统结构图

(5) 现场总线控制系统

20 世纪 80 年代发展起来的 DCS, 其结构模式为“操作站—控制站—现场仪表”三层结构, 而且各厂商的 DCS 有各自的标准, 不能互连。

FCS 与 DCS 不同, 它的结构模式为“工作站—现场总线仪表”二层结构, 完成了 DCS 三层结构的功能, 降低了成本, 提高了可靠性, 国际标准统一后, 可实现真正的开放式互连

系统结构。如图 1.8 所示。

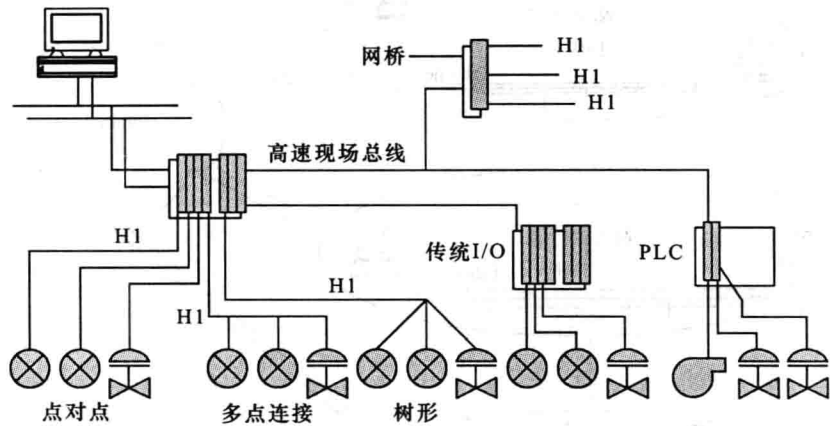


图 1.8 现场总线控制系统

1.3 工业控制网络的发展

计算机技术、控制技术、网络与信息技术的结合，孕育了控制网络技术，但与一般的计算机信息网络的不同之处在于，工业控制系统特别强调可靠性和实时性，所以应用于测量与控制的数据通信不同于一般计算机网络的通信，其数据通信的可靠性和数据的完整性要求较高，同时在电磁干扰等恶劣工业现场的情况下也能正常工作，网络系统多采用专用的通信网络等。

计算机网络技术的迅速发展推动了工业自动化控制系统体系结构的变化，使得计算机分散式控制系统 DCS（Distributed Control System）向着两个方向发展：一是计算机控制系统向高层次发展，使面向过程控制的 DCS 和面向生产管理与生产调度系统（MIS）相结合，组成了现代集成制造系统（CIMS）和计算机集成过程控制系统（CIPS）；二是计算机控制系统向生产过程的低层次渗透，将系统中的过程级工作站沉到工作现场。作为 CIMS 和 CIPS 系统的一部分，CIMS 和 CIPS 对控制系统的要求，促进了 DCS 系统的网络化发展。

1.3.1 CIMS 体系结构及工业数据结构的层次划分

根据工厂管理、生产过程及功能要求，CIMS 体系结构可分为 5 层，即工厂级、车间级、单元级、工作站级和现场级。简化的 CIMS 则分为 3 层，即工厂级、车间级和现场级。在一个现代化工厂环境中，在大规模的工业控制过程中，工业数据结构同样分为这三个层次，与简化的网络层次相对应。简化的 CIMS 体系结构如图 1.9 所示。

现场级与车间级自动化监控及信息集成系统主要完成底层设备单机控制、连机控制、通信联网、在线设备状态监测及现场设备运行、生产数据的采集、存储、统计等功能，保证现场设备高质量完成生产任务，并将现场设备生产及运行数据信息传送到工厂管理层，向工厂级 MIS 系统数据库提供数据。同时也可接受并执行工厂管理层下达的生产管理及调度命令，因此现场级与车间级监控及信息集成系统是实实现工厂自动化及 CIMS 系统的基础。

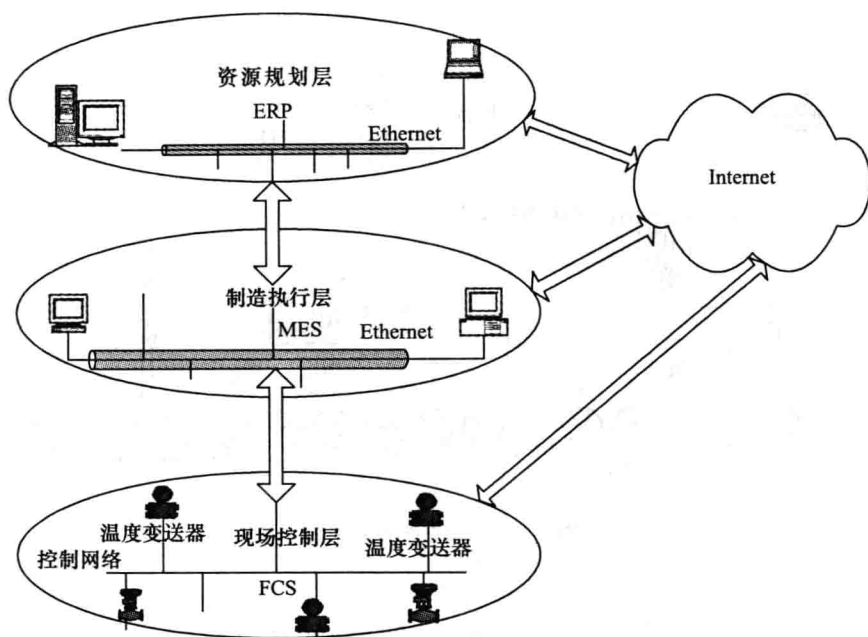


图 1.9 简化的 CIMS 体系结构

1.3.2 传统的现场级与车间级自动化监控及信息集成系统

传统的现场级与车间级自动化监控及信息集成系统（包括基于 PC、PLC、DCS 产品的分布式控制系统）的主要特点之一：现场层设备与控制器之间的连接是一对一（一个 I/O 点对设备的一个测控点）的 I/O 接线方式，信号传递的是 4~20mA（传送模拟量信息）或 24V DC（传送开关量信息）信号，如图 1.10 所示。

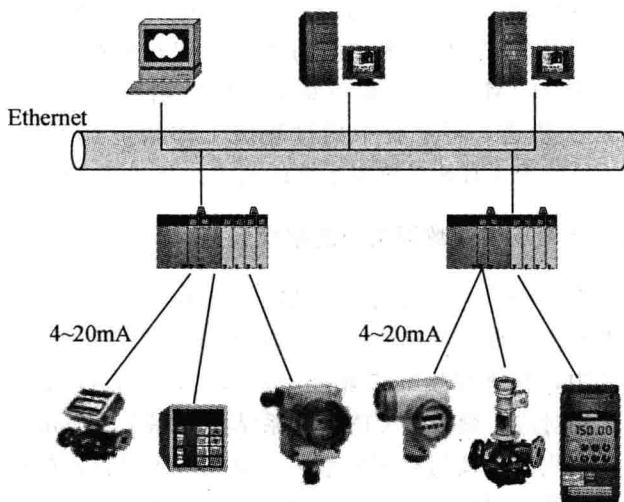


图 1.10 传统的现场级与车间级自动化监控及信息集成系统

这种传统的现场级与车间级自动化监控及信息集成系统的主要缺点有：

(1) 信息集成能力不强

控制器与现场设备之间靠 I/O 连线连接，传送 4~20mA 模拟量信号或 24V DC 等开关