

高等学校教学用书

计算机 控制系统

● 张国范 顾树生 王明顺 等编著

JISUANJI
KONGZHI
XITONG

冶金工业出版社

高等学校教学用书

计算机控制系统

张国范 顾树生 王明顺 等编著

北 京
冶 金 工 业 出 版 社
2004

内 容 提 要

本书对计算机控制系统做了全面系统、由浅入深的阐述,主要包括:计算机控制系统的基本概念、组成与分类;过程通道,以 PC 机为例,介绍了 ISA、PCI 总线及其开关量模拟量通道,并配有 C、C++、汇编语言接口程序;计算机控制系统的理论基础;控制方法及有数字控制系统的模拟设计方法与直接设计方法,基于状态空间的极点配置方法;分布式控制系统,重点介绍了工业总线、现场总线控制系统;计算机控制系统可靠性技术与系统设计,典型的分级控制系统硬件、软件的设计以及常用工控组态软件应用。本书所列举工程实例的硬件、软件都具有通用性与实用价值。章后附有习题和部分习题的参考答案。

本书可作为高等院校自动控制、自动化、计算机应用等专业高年级本科生或研究生的教材。由于本书采用由浅入深、循序渐进的写法,而且每章都有一定的独立性,因此也适用于多层次教学,还可供从事计算机应用与自动化工作的工程技术人员参考。

图书在版编目(CIP)数据

计算机控制系统/张国范等编著. —北京:冶金工业出版社,2004.5

高等学校教学用书

ISBN 7-5024-3472-0

I. 计… II. 张… III. 计算机控制系统—高等学校—教学参考资料 IV. TP273

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2004)第 008830 号

出版人 曹胜利(北京沙滩嵩祝院北巷 39 号,邮编 100009)

责任编辑 宋 良 美术编辑 王耀忠

责任校对 侯 珏 李文彦 责任印制 李玉山

北京铁成印刷厂印刷;冶金工业出版社发行;各地新华书店经销

2004 年 5 月第 1 版,2004 年 5 月第 1 次印刷

787mm×1092mm 1/16; 17.75 印张; 426 千字; 274 页; 1—5000 册

29.00 元

冶金工业出版社发行部 电话:(010)64044283 传真:(010)64027893

冶金书店 地址:北京东四西大街 46 号(100711) 电话:(010)65289081

(本社图书如有印装质量问题,本社发行部负责退换)

前 言

随着教育改革与电子工业的飞速发展,特别是计算机迅速的更新换代,对控制领域的自动化程度要求越来越高。因此,我们在1997年6月出版的教材《微型计算机控制技术》的基础上,修改了部分内容并适当增加了新的内容,使之与时俱进,适应科学技术与国际接轨的要求,满足自动化技术飞速发展的需要。

全书共分9章,系统地涵盖了计算机控制系统的典型内容。第1章介绍计算机控制系统的基本概念、组成与类型。第2章过程通道,结合通用PC机的ISA插槽与新增加的PCI插槽,详细介绍了设计开关量输入、输出与模拟量输入输出通道的方法,电路图中给出了真实的元器件型号、管脚号、数值等,并给控制软件配以汇编语言、C语言与C++语言的编写,工程上实用可行,可以起到举一反三的作用。第3章介绍了离散控制系统的理论基础,包括Z变换、采样定理、脉冲传递函数、极点位置与暂态响应的关系。第4章介绍了模拟装置的离散化的双线性变换法、零极点匹配法、直接微分差分法、PID控制算法、PID各项系数对系统过渡过程的影响与整定、Smith预估控制方法以及串级、前馈。第5章介绍了最少拍无纹波系统的控制器设计、大林算法等。第6章介绍了状态变量反馈和极点配置的基本概念、离散状态方程的建立、全部状态可观测时按极点配置设计控制器与观测器。第7章介绍了分布式控制系统的结构及应用特点、常用的工业现场总线技术、CAN总线设计、应用工程实例。第8章论述了与计算机控制系统的可靠性相关的问题。第9章介绍计算机控制系统设计的要求与特点、设计的一般步骤,并通过实例展示了包括控制系统硬件、人机界面、控制软件方面的设计方法。本教材力争给读者一个完成计算机控制系统设计的综合与全面的知识,希望使读者能够在本教材的理论与应用密切结合、实用而新颖的知识讲解中得以启迪和提高。

为了便于教学与自学,本书配有适量的例题,并且附有习题与思考题及部分习题答案。本教材参考学时为80学时,包括16学时的实践环节(8学时实验、8学时课程设计或16学时的实验)。使用时也可根据教学计划与专业的不同要求进行安排,部分内容可自学。

本书中,东北大学张国范教授与沈阳理工大学董砚秋副教授编写第1、3、4章;东北大学顾树生教授编写第6章;东北大学王明顺副教授编写第2、7、8、9章;沈阳大学范立南教授编写第5章。在编写过程中邀请了清华大学袁增任教授、哈尔滨工业大学强文义教授对本书进行了详细的审阅,提出了很多好的意见与建议,其他兄弟院校及东北大学信息科学与工程学院许多教师提出过很多宝贵意见,在此一并表示衷心的感谢。

由于水平有限,书中难免存在错误与缺点,欢迎读者批评指正。

作 者

2004年1月于沈阳

目 录

1 计算机控制系统概述	(1)
1.1 计算机控制系统基本概念	(1)
1.2 计算机控制系统的组成	(3)
1.3 计算机控制系统的基本类型	(4)
2 过程通道	(11)
2.1 概述	(11)
2.2 PC 机总线简介	(11)
2.3 通道地址译码技术	(21)
2.4 数字量/开关量输入输出通道	(28)
2.5 数/模(D/A)转换技术	(37)
2.6 模/数(A/D)转换技术	(44)
3 计算机控制系统的理论基础	(51)
3.1 信息变换原理	(51)
3.2 线性常系数差分方程	(61)
3.3 Z 变换	(64)
3.4 用 Z 变换求解差分方程	(75)
3.5 脉冲传递函数	(77)
3.6 用脉冲传递函数求解离散系统过渡过程	(82)
3.7 线性离散控制系统稳定性分析	(84)
3.8 线性离散控制系统的稳态误差	(88)
4 数字控制系统的模拟化设计方法	(90)
4.1 概述	(90)
4.2 模拟量校正装置的离散化方法	(91)
4.3 数字 PID 控制算法	(95)
4.4 Smith 预估控制方法	(109)
4.5 串级控制	(112)
4.6 典型的前馈控制	(115)
5 直接数字控制方法	(119)
5.1 直接数字控制系统的脉冲传递函数	(119)
5.2 最小拍计算机控制系统的设计	(120)
5.3 最小拍无纹波计算机控制系统的设计	(127)

5.4	大林(Dahlin)算法	(134)
5.5	数字控制器 $D(z)$ 的实现方法	(139)
6	基于状态空间模型的极点配置设计方法	(144)
6.1	状态变量反馈和极点配置的基本概念	(144)
6.2	离散状态方程的建立与可控可观性	(147)
6.3	全部状态可观测时按极点配置设计系统	(154)
6.4	按极点配置设计观测器	(158)
6.5	控制器的设计	(162)
6.6	随动系统的设计	(163)
7	递阶和分布式计算机控制系统	(165)
7.1	递阶和分布式计算机控制系统的层次结构	(165)
7.2	现场总线及其现场总线控制系统	(167)
7.3	常用工业现场总线技术	(172)
7.4	计算机通信基础知识	(175)
7.5	控制局域网——CAN 总线	(180)
7.6	设备网——DeviceNet	(186)
7.7	CAN 总线在楼宇自动化中的作用	(188)
8	可靠性技术及应用软件设计	(198)
8.1	干扰的形成及分类	(198)
8.2	硬件抗干扰技术	(199)
8.3	硬件冗余技术	(202)
8.4	软件抗干扰技术	(203)
8.5	故障自动恢复处理技术	(208)
8.6	软件陷阱技术	(209)
8.7	故障自诊断技术	(209)
8.8	嵌入式微机实时操作系统的设计	(212)
8.9	IPC 与组态软件	(216)
9	计算机控制系统设计	(219)
9.1	计算机控制系统设计的要求与特点	(219)
9.2	计算机控制系统设计的一般步骤	(222)
9.3	设计实例之一:电阻炉温度控制系统	(224)
9.4	设计实例之二:以 RS-485 为基础的选矿厂监控系统	(238)
附录	习题与答案	(255)
	参考文献	(273)

1 计算机控制系统概述

计算机控制系统的发展与计算机技术的发展紧密相连。在计算机发展初期,其可靠性较差、体积庞大、价格昂贵,仅能用于科学计算与数据处理。后来由于大规模集成电路的突破,计算机发展迅速,大致每十年更新换代一次。因此,计算机应用于生产过程的实时控制与分布控制成为可能。

计算机的发展与控制理论相结合,使控制水平越来越高,一些新型的设备和生产方式,像工业机器人、柔性生产系统等正在推广应用。可以肯定,计算机控制技术将成为改造与优化生产过程的主要手段。

计算机控制系统的发展大体上经历 20 世纪 50 年代的试验阶段;70 年代以后的推广阶段;随着大规模集成电路的发展,计算机具有可靠性强、体积小、价格便宜、使用灵活方便的特点,近年来分级控制正在发展与壮大;在大量应用集散型控制系统的基础上,现场总线控制系统正在成为自动化领域的一个新的热点。

1.1 计算机控制系统基本概念

利用计算机参与生产过程控制的系统,可称之为计算机控制系统。在计算机参与控制以前,人们所利用的常规的模拟控制系统越来越表现出它的局限性,例如图 1.1 所示电阻炉炉温控制系统。

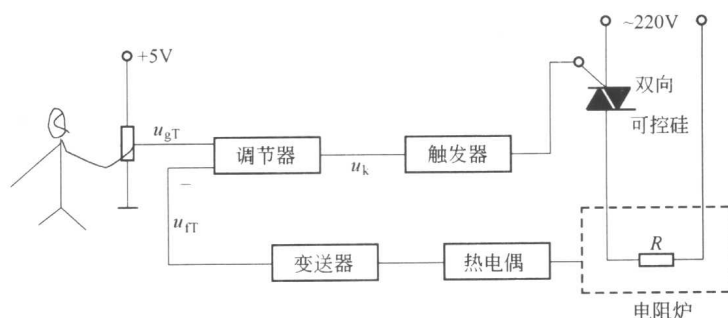


图 1.1 炉温模拟控制系统

模拟量控制过程是根据生产工艺要求的炉温 T 给出一个炉温设定值 u_{gT} , 控制系统自动投入调节过程, 即热电偶检测电阻炉温度, 检测的毫伏信号通过变送器变成 $0 \sim 5V$ 的反馈信号 u_{fT} , 将 u_{gT} 与 u_{fT} 相比较得到偏差信号, 此信号通过调节器进行调节, 调节器输出的信号 u_k 与电阻炉上的电压成正比, 而电阻炉上的电压与炉温成正比, 最后达到调节炉温为设定值的目的。但是当生产工艺要求的炉温不为一恒定值, 而是如图 1.2 所示的曲

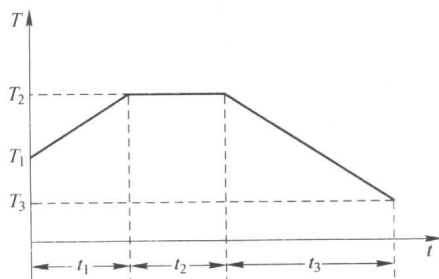


图 1.2 炉温设定曲线

线时,要求在第一段时间 t_1 里均匀地将温度 T_1 调到 T_2 ,并且斜度不变,为此,必须不时地调整设定值 u_{gT} ,如果控制精度很高,则将大大地增加了人的劳动强度和控制难度。这种控制是不容易实现的。

由此看出模拟量控制系统有其缺点,首先是难以实现复杂规律的调节和控制;其次是模拟量仪表盘的数目越来越多,不易实现集中监视和集中操作;第三是各分系统之间不便于实现通讯联系,因而不易实现分级控制和综合自动化;第四是控制方案的更改比较困难。

采用计算机控制系统可以克服上述缺点,得到优良的性能指标。如图 1.3 所示。

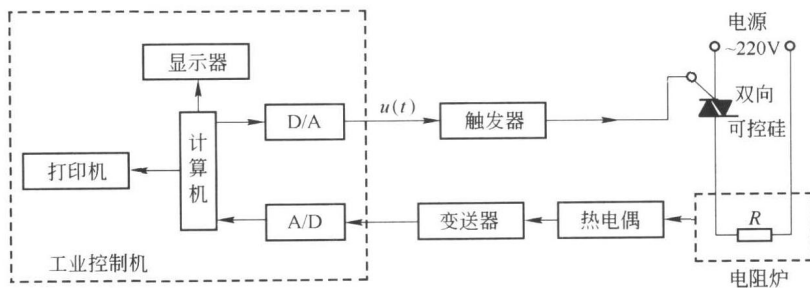


图 1.3 炉温计算机控制系统

炉温计算机控制系统,将已知的温度设定值存入计算机的某些存储单元,反馈量经 A/D 转换器采样后与某些存储单元中的设定值相比较,得到偏差信号,此信号通过数字 PID 计算或最优控制算法运算,运算结果由 D/A 转换器将数字量转换成模拟量 $u(t)$,调节炉温保持在某设定值上,如果系统采用定时,在各个不同采样时刻,设定值变化,即设定值按要求的炉温曲线变化,可以通过计算机软件实现。那么,系统就能满足要求。由于电阻炉一类的温度系统热容量大、惯性大,因此属于惯性调节系统。

计算机控制系统较之模拟量控制系统具有下列优点:

(1) 实现最优控制。计算机控制系统的灵魂是控制算法,它可方便地通过编制相应的程序来实现,计算机控制不仅能实现模拟调节系统中经常采用的 PID 控制算法,而且还可通过程序在线调整其中的系数。除此之外,在复杂的环境下,被控对象的数学模型不清或参数变化时,可在各种先进的控制算法中选择最合适的方案进行控制,诸如自适应控制、神经网络控制和模糊控制等等。这些都是模拟量调节器无法胜任的。

(2) 实现集中监视和操作。一个模拟量调节器只能控制一个被控量,采用计算机控制时,由于它具有分时控制功能,可以控制几个或成十上百个控制量,把生产过程的各个被控制对象都管理起来,组成一个统一的控制系统,便于集中操作管理。

(3) 控制灵活。它还可通过人机对话方式,方便地修改控制参数。由于计算机具备记忆功能、逻辑功能和判断功能,如欲实现图 1.2 设定值的功能,通过编程很容易实现。这也是模拟系统很难实现的。

(4) 控制精度高。计算机控制属于数字控制,不受温度和电源电压波动的影响,增加位数便能提高相应的精度。

对于有些生产过程,例如具有大滞后的对象、各参数相互关联的对象等,采用模拟量控制系统往往达不到满意的效果,这时用计算机便能发挥它的独特优点。

1.2 计算机控制系统的组成

计算机控制系统由两部分组成,即控制计算机和被控对象,如图 1.4 所示。控制计算机又由硬件和软件两部分组成。

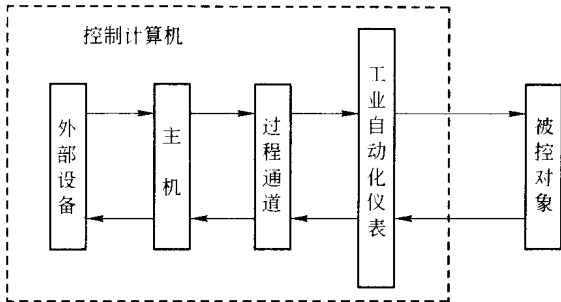


图 1.4 计算机控制系统组成框图

1.2.1 硬件组成

硬件由过程通道、主机、外部设备和工业自动化仪表等组成。如图 1.5 所示。过程通道是计算机控制过程的输入输出通道,输入通道具有模拟量输入通道和数字量输入通道。通过它把生产过程的各种参数和执行机构的运行状态,转换成计算机能够识别的二进制数码,并输入给计算机,以便计算机进行运算和处理;输出通道有模拟量输出通道和数字量输出通道,通过它,计算机把运算的结果及发出的各种控制命令转换成操作执行机构的控制信号,以便通过执行机构去控制生产过程。

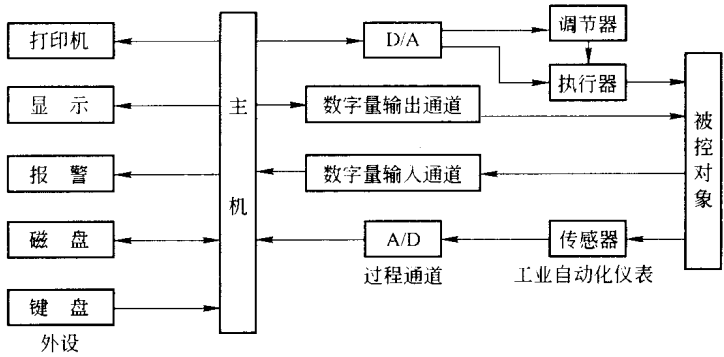


图 1.5 计算机控制系统组成细框图

“外部”设备是人机联系设备,通常由视频显示器、打印机、磁盘和键盘等组成。通过它可把操作人员的指令送给计算机执行,例如启动或停止操作、查询结果、修改程序等;并且把生产过程的运行状态和计算机的运行状态报告给操作人员。

工业自动化仪表包括检测仪表、显示仪表和执行器等。过程输入输出设备必须通过这些仪表才能与被控对象联系。

“主机”是计算机控制系统的核心,其主要任务是:根据过程通道检测出来的生产过程工况参数和操作人员通过外部设备送来的控制信息,按照预先确定好的控制算法,通过运算和

处理,然后将结果向“外围”发出控制命令,向“外部”发出系统信息,以便完成对生产过程的控制和与操作人员的联系。

控制算法形式很多,例如 PID 算法、大林算法、自适应、最优控制算法等等。自动控制工作者必须根据被控生产过程和所要求的控制指标合理地选用某种控制算法。

1.2.2 软件组成

计算机必须具备比较完善的程序系统(或称为软件),软件可分为系统软件和应用软件。系统软件包括操作系统、监控程序等,它带有一定的通用性,由计算机制造厂或专业供应商提供。应用软件具有专用性,由它来实现生产过程的应用控制。用户根据需要,按着一定的控制算法和数学模型来编制应用程序。显然,从应用的角度出发,自动控制工作者应把主要精力放在应用软件的编程上,而系统软件是否丰富,可以作为选择计算机的依据之一。

1.3 计算机控制系统的基本类型

计算机参与生产过程控制有各种不同的控制方案,分类的方法有很多种,例如按控制方式、控制规律和控制关系进行分类,通常是按计算机参与控制的方式分类,这里分述如下。

1.3.1 计算机数据采集系统

数据采集是计算机应用于生产过程中最早的一种类型。其构成如图 1.6 所示。

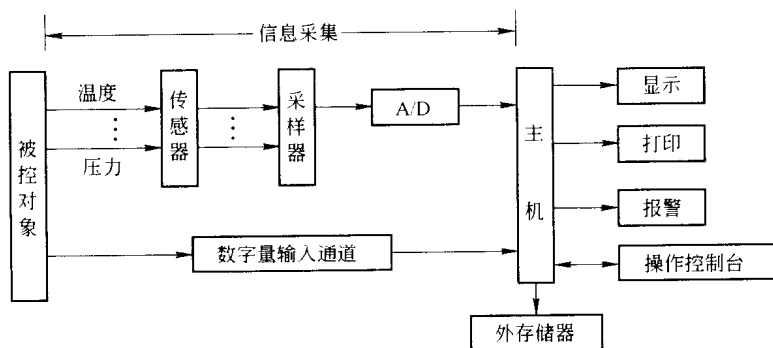


图 1.6 数据采集系统框图

这种系统的工作情况大致是计算机周期性地通过传感器检测生产过程某些参量,经过采样器,再经过 A/D 转换后送入计算机,计算机进行必要的数据处理,比如数据滤波、量纲变换和超限比较等,定时显示和打印,也可以按操作人员的要求随时打印、选点显示等。当发生事故或超限时,则发出声、光报警讯号。帮助操作人员了解生产现场情况,也可以将过程参数输出给外存储器,系统地积累资料,以备今后进一步分析、计算使用。

1.3.2 操作指导控制系统

该系统是在“数据采集”基础上发展起来的,其构成如图 1.7 所示。操作指导系统不仅提供现场情况和进行异常报警,而且还按照预先建立的数学模型和控制算法进行运算和处理,将得出的最优设定值打印和显示出来,操作人员根据计算机给出的操作指导,并且根据实际经验,经过分析判断,由人直接改变调节器的给定值或操作执行机构。当对生产过程的数学模型了解不够彻底时,采用这种控制能够得到满意结果。所以,操作指导系统具有灵活、安全和可靠等优点,但仍具有人工操作、控制速度受到限制、不能同时控制多个回路的缺点。

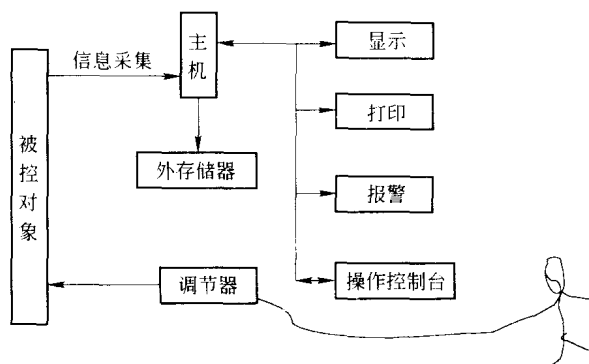


图 1.7 操作指导系统框图

1.3.3 直接数字控制系统(DDC)

直接数字控制系统(DDC, Direct Digital Control)是在操作指导系统的基础上发展起来的。其构成如图 1.8 所示。这类控制是计算机把运算结果直接输出去控制生产过程,简称 DDC 系统。

这类系统属于闭环系统,计算机系统对生产过程各参量进行检测,根据规定的数学模型,如 PID 算法进行运算,然后发出控制信号,直接控制生产过程。它的主要功能不仅能完全取代模拟控制规律,如前馈控制、非线性控制等,也

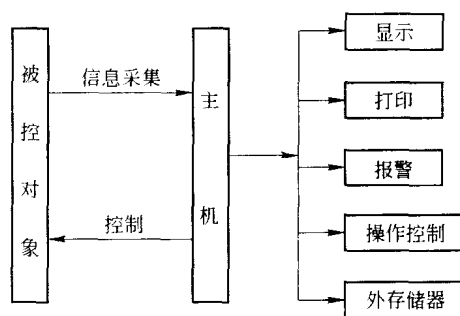


图 1.8 直接数字控制系统

把显示、打印、报警和设定值的设定等功能都集中到操作控制台上,实现集中监督和控制给操作人员带来了极大的方便。但 DDC 对计算机可靠性要求很高,否则会影响生产。

1.3.4 计算机监督控制系统(SCC)

监督控制系统(SCC, Supervisory Computer Control)也称为计算机设定值控制系统。在这类系统中,计算机的输出用来直接改变模拟调节器或 DDC 的设定值。因此,它有两种形式。

1.3.4.1 SCC 加模拟调节器的系统

加模拟调节器的系统其构成如图 1.9 所示。在这种系统中计算机对生产过程中各参量进行检测,按工艺要求或数学模型算出各控制回路的设定值,然后直接送给各调节器以进行生产过程调节。

这类控制的特点是能始终使生产过程处于最优运行状态,与操作指导控制系统比较,它不会因手调设定值的方式不同而引起控制质量的差异;其次是这种系统比较灵活与安全,一旦 SCC 计算机发生故障,仍可由模拟调节器单独完成操作。它的缺点是仍然需采用模拟调节器。

1.3.4.2 SCC 加 DDC 的系统

SCC 加 DDC 的系统构成如图 1.10 所示。在这种系统中,SCC 计算机的输出可直接改变 DDC 的设定值,两台计算机之间的信息联系可通过数据传输直接实现。

在这种系统中,通常一台 SCC 计算机可以控制数台 DDC 计算机,一旦 DDC 计算机发

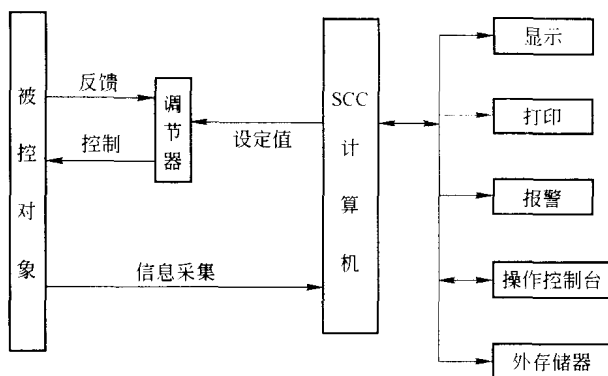


图 1.9 SCC 加调节器的系统框图

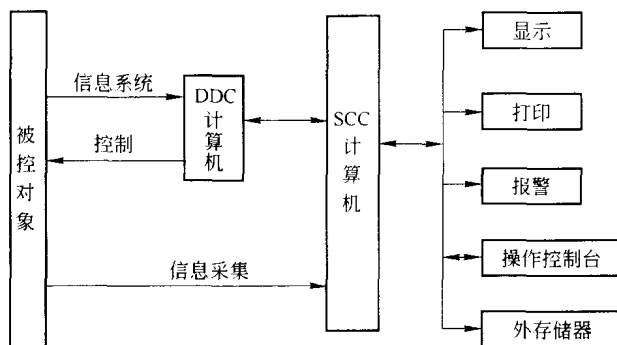


图 1.10 SCC 加 DCC 的系统框图

生故障,可用 SCC 计算机代替 DDC 的功能,以确保生产的正常进行。

1.3.5 分级控制系统

由于生产过程既存在控制问题,也存在大量的管理问题,因此可以采取各类功能计算机组成分级控制系统。分级控制是大系统中的一种结构,控制与管理相结合使自动化的程度进一步提高,分级控制系统构成如图 1.11 所示。

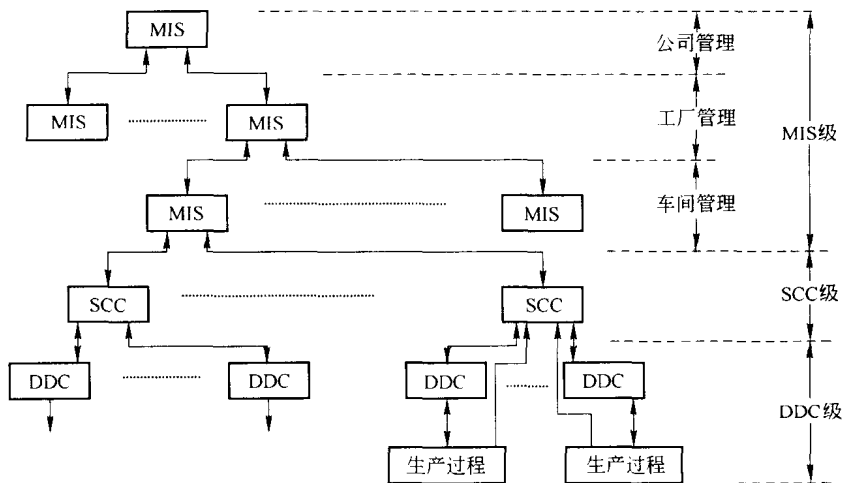


图 1.11 分级控制系统

分级控制系统通常由管理级(MIS)、监控级(SCC)和直接数字控制级(DDC)三级控制组成。

MIS (Management Information Control System)级为管理级,分车间级、厂级、公司级,它们的任务是相应级的生产计划、生产调度和指挥 SCC 级计算机工作。此外,还包括人事、工资管理等等。MIS 计算机要求计算量大,数据处理、制造表格、汉字处理等能力强,存储容量大,终端多等,因此应选用大、中型计算机。

SCC 级为分级控制的中间级,它的功能是集中生产过程信息,对生产过程进行优化、实现自适应或最优控制等,它指挥 DDC,接受 MIS 级命令并向 MIS 级汇报。SCC 计算机的选择取决于计算机工作量的大小,一般由中、小型计算机或性能好的微型计算机担任。

DDC 级处于下级,用于直接控制生产过程,多采用微型计算机。

1.3.6 集散控制系统(DCS)

由于生产过程的大型、复杂与分散化,若采用一台计算机控制和管理,一旦计算机出了故障,整个系统将要停顿,影响面大,即所谓“危险集中”。集散控制的设计思想是“危险分散”,将控制功能分散,将监控和操作功能高度集中。

集散型控制系统(DCS, Distributed Control System)是由以微型机为核心的过程控制单元(PCU)、高速数据通道(DHW)、操作人员接口单元(OIU)和上位监控机等几个主要部分组成,实际上也是一种分布式控制系统,如图 1.12 所示。各部分功能如下:

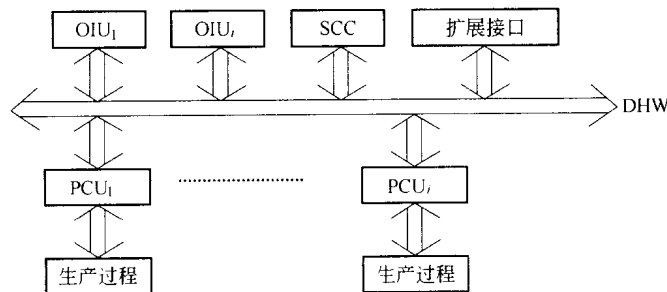


图 1.12 集散控制系统

(1)过程控制单元(PCU)由许多模件(板)组成,每个控制模件是以微处理机为核心组成的功能板,可以对几个回路进行 PID 或前馈等多种控制,一旦一个控制模件出故障,只影响与之相连的几个回路,影响面少,达到了“危险分散”的目的。此外,PCU 可以安装在离变压器及执行机构就近的地方,缩短了控制回路的长度,减少了噪声,提高了可靠性,达到了“地理上”的分散。

(2)高速数据通道(DHW)是本系统综合展开的支柱,它将各个 PCU、OIU、监控计算机等有机地连接起来实现高级控制和集中控制。挂在高速数据通道上的任何一个单元发生故障,都不会影响其他单元之间的通讯联系和正常工作。

(3)操作人员接口(OIU)单元实现了集中监视和集中操作,每一个操作人员接口单元上都配有一台多功能 CRT 屏幕显示。生产过程的全部信息都集中到本接口单元,可以在 CRT 上实现多种生产状态的画面显示,它可以取消全部仪表显示盘,大大地缩小了操作台的尺寸。对生产过程进行有效的集中监视,此外利用键盘操作可以修改过程单元的控制参

数,实现集中操作。

(4)监控计算机实现最优控制和管理。监控机通常由小型机或功能较强的微型机承担,配备多种高级语言和外部设备,它的功能是存取工厂所有的信息和控制参数,能打印综合报告,能进行长期的趋势分析以及进行最优化的计算机控制,控制各个现场过程控制单元(PCU)工作。

集散控制系统目前处于被大量使用与升级换代阶段,随着时间的进展,更为完善的系统还将不断地涌现出来。

下面以 DCS 在某大型冷烧厂的应用为例加以说明。

某大型冷烧厂由 3 个车间组成,即原料车间、配料车间与烧结车间,而且相距较远。先将原料送到配料车间,配料车间再将热返矿、灰尘、冷返矿、白云石、石灰石、铁精矿、生石灰等进行配比,然后冷烧。冷烧厂采用了 TDC-3000。TDC-3000 是美国 Honeywell 公司的 DCS 产品。该产品广泛应用于工业控制领域,其市场销售额占世界 DCS 市场 16%,居世界 DCS 制造厂首位。

系统硬件配置:采用了 TDC-3000 集散控制系统中的 LCN 和 UCN 的网络通讯结构,只采用了 DCS 分级结构过程控制级、控制管理级、生产经营管理级三级中的前两级。系统构成如图 1.13 所示。

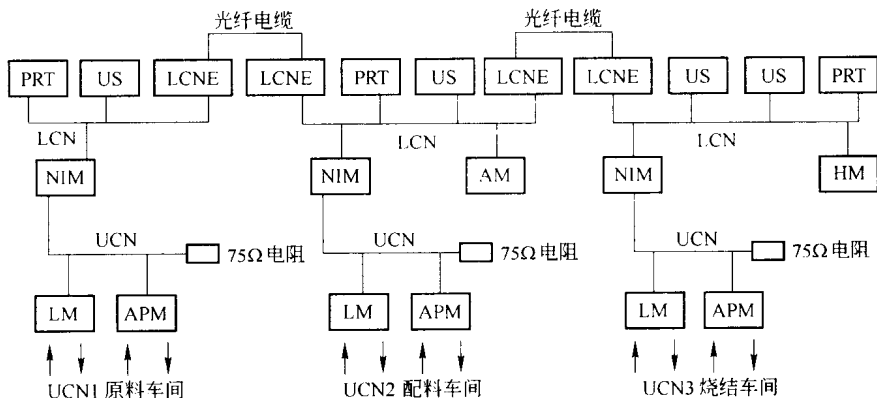


图 1.13 某大型冷烧厂 DCS 硬件配置图

PRT—打印机;US—万能操纵台;LCNE—网间连接器扩展口;LCN—局域网;UCN—万能控制网;NIM—网络接口模件;LM—逻辑管理站;APM—高级过程管理站;AM—应用模件;HM—历史模件

局部控制网络 LCN 是符合 IEE802.2 协议的网络,LCN 网站上可挂接 64 个模件,每条 LCN 最多可挂接总数为 20 条的 UCN,通讯速率是 5MBps,网络距离为 300m,最远距离可达 4.9km。该网络是开放的。

万能控制网 UCN 是开放式网络,采用 IEEE802.4 标准通信协议,即令牌总线存取方式。传输速度高达 5MBps。UCN 网络上可挂接 63 个模件(32 个冗余设备)。网络通常距离为 300m。

网络接口模件 NIM,将 LCN 与 UCN 相连,进行数据通信。

网间连接器扩展口 LCNE,将相距较远的两地车间的局域网连接起来,进行数据通信。

(1)过程控制级

1)高级过程管理站 APM 是 LCN 网络的核心设备,它提供一系列灵活、强有力的全范围过程检测和控制要求能力。高级过程管理站 APM 由过程管理器模件(PMM)和 I/O 子系统两大部分组成。PMM 是通讯处理器和调制解调器、I/O 链路接口处理器和控制处理器 3 部分组成。I/O 子系统由双重冗余的 I/O 链路、最多 40 个 I/O 处理器组成。所有数据采集和处理由 I/O 子系统完成,而控制功能在 PMM 内完成。

2)逻辑管理站 LM。LM 主要用于逻辑控制。它具有可编程逻辑控制器的优点,同时,由于 LM 是挂接在 UCN 网络上,因此,它可以方便地与网络上挂接的其他模件进行数据通信,使 PLC 和 DCS 有利地结合并使过程数据能集中显示、操作和管理。所以,它比独立的 PLC 具有更多的优越性。

(2)控制管理级

1)万能操作台 US,配有彩色显示器,多采用触摸式屏幕,为防止操作员、DCS 工程师和维修人员的误操作,对不同的应用人员有不同的专用机械钥匙进行切换,提高安全性。US 具有如下功能:

- ① 对连续和非连续生产过程进行监视和控制;
- ② 信号报警和报警打印;
- ③ 趋势显示和打印;
- ④ 日志和报表打印;
- ⑤ 流程图画面显示;
- ⑥ 系统状态显示。

工程师通过 US 完成如下功能:

- ① 网络组态;
- ② 建立过程数据库;
- ③ 建立流程图画面;
- ④ 编制控制算法及程序;
- ⑤ 编制自由报表。

US 为维护人员提供如下功能:

- ① 系统硬件状态显示;
- ② 进行系统故障诊断;
- ③ 故障显示和打印需要的信息。

2)打印机 PRT,用于打印报表与报警事件。

3)历史模件(HM)。HM 是 TDC-3000 系统的存储单元,它可存储过程报警、操作员状态改变、操作员信息、系统状态改变、系统维护提示信息和连续过程历史数据等。此外,还存储系统文件,确认该文件及在线维护信息等。

4)应用模件 AM 是用来完成 UCN 上所连接的模件,能完成的高级扩展功能,复杂多变量运算功能,提高过程控制及管理水平。

该系统配置了 TDC-3000 集散控制系统的 DCS 组态软件,完成了现场的信号采集、控制输出、自动控制、网络通信与管理功能。

组态是用 DCS 所提供的功能模块、算法,或用很少的组态语言编写有关程序,构成所需要的系统结构,完成所需功能。DCS 组态包括系统组态、画面组态和过程控制组态。系统

组态组成系统内各设备之间的连接;画面组态完成操作站各种画面之间的连接;过程控制组态完成各控制器、过程控制装置的控制结构连接。

1.3.7 现场总线控制系统 (FCS)

现场总线控制系统(FCS, Fieldbus Control System)是真正的分散控制、集中管理系统,它是 DCS 的更新换代产品,是 21 世纪控制系统的主流与今后的发展方向,是一种开放的、彻底分散的、具有可互操作性的分布式控制系统。它传统的分布式控制系统、DCS 相比具有如下优点:

1.3.7.1 开放的互连网络

FCS 打破了 DCS 产品互不兼容的缺点,从总线的标准、产品检验到信息发布都是公开的,用户间通过通讯网络与其他系统网络相连,共享网络资源,大大方便了用户。有关现场总线的详细内容将在第 7 章中讲述。

1.3.7.2 数字信息的传输

FCS 底层产品的信号传输也是信息化,它突破了传统的 DCS 底层产品 4~20mA 模拟信号的传输。底层产品都是带有 CPU 的智能控制单元,而且符合现场总线标准,信息传输布线通常只需两条线,为现场布线节约了大量经费和工作量,并且数字信号传输大大提高了信号传输的可靠性。

1.3.7.3 彻底的分散控制结构

FCS 的每个智能单元都带有 CPU,靠近现场设备,它们可以分别独立地完成测量、校正、调整、诊断、控制的功能,由现场总线协议将它们连接在一起,任何一个单元出现故障都不会影响到其他单元,更不会影响到全局,因此实现了彻底的分散控制,使系统更安全,更可靠。现场总线控制系统结构如图 1.14 所示。

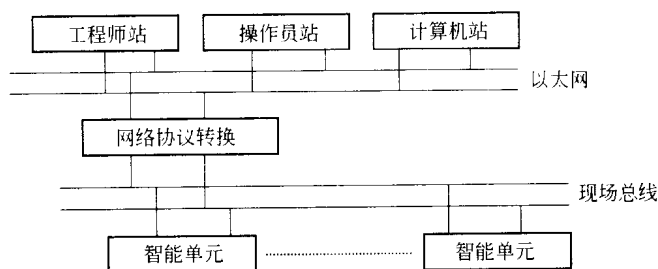


图 1.14 现场总线控制系统图例