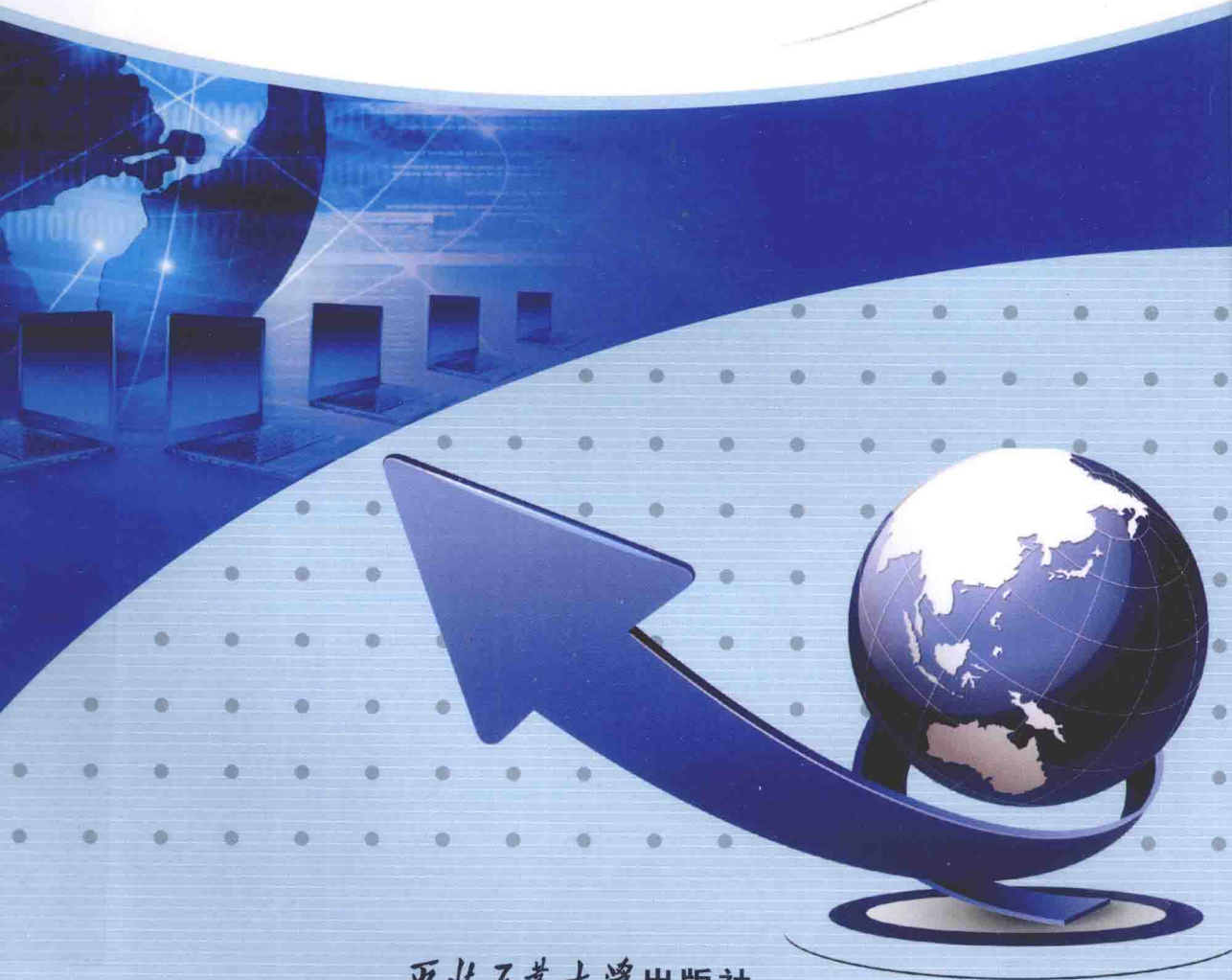


高等学校“十二五”规划教材

计算机测控技术

李红增 何华锋 李爱华 张 鑫◎主编



西北工业大学出版社

高等学校“十二五”规划教材

JISUANJI CEKONG JISHU

计算机测控技术

李红增 何华锋 李爱华 张 鑫 主编

西北工业大学出版社

【内容简介】 本书从测控系统工程实际出发,以实现计算机测控系统为目标,系统地介绍了相关的技术。主要内容包括测控总线技术、通信总线技术、输入输出接口技术、电源技术、测控数据处理技术、系统集成设计技术、虚拟仪器技术等。

本书适合作为测控、测试计量技术及仪器、检测技术及自动化装置、导航制导与控制等专业高年级本科生和硕士研究生的教材,对从事测控系统设计与使用的广大工程技术人员而言也不失为一本实用的参考书。

图书在版编目 (CIP) 数据

计算机测控技术/李红增等主编. —西安:西北工业大学出版社,2015.9
ISBN 978-7-5612-4605-4

I. ①计… II. ①李… III. ①计算机控制系统 IV. ①TP273

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2015) 第 216343 号

出版发行:西北工业大学出版社

通信地址:西安市友谊西路 127 号 邮编:710072

电 话:(029)88493844 88491757

网 址:<http://www.nwpup.com>

印 刷 者:陕西宝石兰印务有限责任公司

开 本:787 mm×1 092 mm 1/16

印 张:16.5

字 数:399 千字

版 次:2015 年 10 月第 1 版

2015 年 10 月第 1 次印刷

定 价:38.00 元

前 言

随着微电子技术和信息科学的发展,测控技术应用领域和研究内涵得到了全新的拓展和诠释。传统的基地式、集中式局部自动化检测控制系统已经被以集成和通信技术为核心的分散综合自动监测控制系统所取代,自动测试系统也由单点测试计量系统发展到以总线技术为基础的多点测试计量的虚拟仪器系统,以及以总线技术与网络技术为基础的网络虚拟仪器系统。可以说,现代测控系统是计算机化的测控系统,它是计算机技术与测控技术、电子技术结合的产物。因此,计算机测控技术是现代测控系统一体化设计的基础和趋势。

本书是依据高等学校测控专业本科生及硕士研究生教学要求而编写的,通过本书的学习,学生可以掌握计算机测控系统的基本理论与分析、设计方法。本书以计算机测控系统实际应用技术为主线,从工程实际出发,介绍现代计算机测控系统中的数据采集、数据处理、控制任务执行和系统设计方法等相关技术。

本书共分为 8 章,从介绍计算机测控系统的基本概念、组成和特点开始,逐步介绍测控总线技术、通信总线技术、输入输出通道技术、电源技术、数据分析处理技术、总体设计技术和虚拟仪器相关的知识。

本书是笔者根据多年从事计算机测控系统教学和项目研发工作的经验总结而编写的,不仅适合作为高等院校测控、机械、机电一体化等专业的本科生及硕士研究生教材,对从事测控系统研发工作的工程技术人员也有一定的参考作用。

本书第 1 章由何华锋编写,第 2,5,7 章由李红增编写,第 3,4 章由张鑫编写,第 6,8 章由李爱华编写。

由于知识、经验所限,书中不妥之处在所难免,期望得到广大读者的批评指正。

编 者
2015 年 7 月

目 录

第 1 章 计算机测控系统概述	1
1.1 计算机测控系统的任务	1
1.2 测控系统的分类	2
1.3 计算机测控系统的组成	6
1.4 计算机测控系统设计的基本要求	9
1.5 计算机测控系统的特点及设计要求	10
1.6 测控系统的发展	11
第 2 章 计算机测控总线技术	13
2.1 总线及其标准	13
2.2 CAMAC 总线接口标准	17
2.3 ISA 总线接口标准	30
2.4 PCI 总线技术	35
2.5 VXI 总线测控系统	48
第 3 章 计算机测控系统串行通信技术	57
3.1 常见异步串行通信原理与接口电路设计	57
3.2 USB 通信原理与接口电路设计	61
3.3 CAN 通信原理与接口电路设计	65
3.4 1553B 通信原理与接口电路设计	74
3.5 LVDS 通信原理与接口电路设计	82
第 4 章 测控系统信号源电路原理与设计	87
4.1 恒流源电路原理与设计	87
4.2 电压源电路原理与设计	88
4.3 频率源电路原理与设计	98
第 5 章 计算机测控系统输入输出接口技术	104
5.1 模拟量输入接口	104
5.2 模拟量输出通道	114
5.3 开关量输入通道	125

5.4 开关量输出通道	130
第 6 章 计算机测控系统测试误差分析与处理	135
6.1 测量方法概述	135
6.2 测量误差的基本概念	139
6.3 测量误差数据处理	145
6.4 误差的合成与分配	173
6.5 测量不确定度评定	183
6.6 动态测量数据处理	188
第 7 章 测控系统集成设计技术	197
7.1 测控系统集成概述	197
7.2 测控一体化集成技术	199
7.3 测控系统总体设计概述	201
7.4 计算机测控系统的常用设计方法	203
7.5 测控系统设计需求分析	210
7.6 硬件总体设计原则与步骤	217
7.7 软件系统设计方法与步骤	218
7.8 总体设计的验证与评审	225
第 8 章 计算机虚拟仪器技术	227
8.1 虚拟仪器概述	227
8.2 虚拟仪器的系统组成	231
8.3 虚拟仪器软件开发平台	234
8.4 虚拟仪器开发实例	243
参考文献	256

第 1 章 计算机测控系统概述

计算机自动测量和控制(Computer Automated Measurement and Control)系统(简称测控系统)是一门多学科综合技术。它是自动控制技术、计算机科学、微电子学和通信技术有机结合、综合发展的产物。测控系统包含的内容十分广泛,它包括各种数据采集和处理系统、自动测量系统、生产过程控制系统、导弹与卫星的检测及发射控制系统等,广泛应用于航空、航天、核科学研究、工厂自动化、实验室自动测量和控制,以及办公自动化、商业自动化、家庭自动化等人类活动的各个领域。

1.1 计算机测控系统的任务

这里以生产过程控制系统为例来说明计算机测控系统的任务,因为该系统比较集中地体现了计算机测控系统的各种功能。

计算机测控系统借助传感器从生产过程中收集信息,并对生产过程进行监视及提供控制信号。被收集的信息在不同层次上进行分析计算,得出对生产装置提供的调节量,完成自动控制,或者为生产管理人员、工程师和操作员提供所需要的信息。

由此可以看出,计算机测控系统应当完成下列任务。

1.1.1 测量

生产装置的工作情况是由传感器进行监视的,传感器产生与被测物理量(如温度、压力、流量、液位等)成正比的电信号。传感器信号被接收到计算机系统的过程接口之后,首先要转换成一种标准形式,通常是把传感器的 $0\sim 100\%$ 量程转换成 $4\sim 20\text{ mA}$ 电流或 $1\sim 5\text{ V}$ 电压。有时对热电偶或热电阻的温度测量值也采用其他标准形式。

另一类测量值是关于被控过程的状态信息。例如阀门是否已经关闭?容器是否已经注满?泵是否已经打开?这些信息是以开关量的形式提供给计算机的,例如通过继电器接点的开闭或 TTL 电平的变化来表示。

计算机也可通过串行或并行通信口直接接收数字量信息。目前很多传感器都带有微处理器(例如某些分析仪表),可以直接给出数字量信息。

在工作过程中,计算机周期性地对被测信号进行扫描,把电信号通过模/数转换器(ADC)转换成等效的数字量。有时,对输入信号还必须进行线性化处理;对某些流量传感器的测量值要进行二次方根处理,对热电偶产生的电压值要进行多项式处理。

如果在测量信号上叠加有噪声,则应当通过数字滤波进行平滑处理,以保证信号的正确性。

为了检查生产装置是否处于安全工作状态,对大多数测量值还必须检查是否超过上、下限,如果超过则应发出越限报警信号,越限报警是过程控制计算机的一项重要任务。

1.1.2 执行机构的驱动

对生产装置的控制通常是通过对阀门等执行机构进行调节、对泵和马达进行控制来达到的。计算机可以产生一串脉冲去驱动执行机构达到所需要的位置,也可以通过继电器接点闭合或产生某个电平的跳变去启动或停止某个马达,还可以通过数/模转换器(DAC)产生一个正比于某设定值的电压或电流去驱动执行机构。执行机构在收到控制信号之后,通常还要反馈一个测量信号给计算机,以便检查控制命令是否已被执行。

1.1.3 控制

利用计算机测控系统可以方便地实现各种控制方案。在工业过程控制系统中常用的控制方案有三种类型:直接数字控制(DDC)、顺序控制和监督控制(SPC)。大多数生产过程的控制需要其中一种或几种控制方案的组合。

1.1.4 人机交互

计算机控制系统必须为操作员提供关于被控过程和控制系统本身运行情况的全部信息,为操作员直观地进行操作提供各种手段,例如改变设定值,手动调节各种执行机构,在发生报警的情况下进行处理等。因此,它应当能显示各种信息和画面,打印各种记录,通过专用键盘对被控过程进行操作等。

此外,计算机控制系统还必须为管理人员和工程师提供各种信息,例如生产装置每天的工作记录以及历史情况的记录,各种分析报表等,以便掌握生产过程的状态和做出改进生产状况的各种决策。

1.1.5 通信

现今的工业过程控制系统一般都采用分级分散式结构,即由多台计算机组成计算机网络,共同完成上述的各种任务。因此,各级计算机之间必须能按时地交换信息。此外,有时生产过程控制系统还需要与其他计算机系统(例如全厂的综合信息管理系统)之间进行数据通信。

在一个典型的广泛应用于现代化工业生产的分级分散式计算机控制系统中,第1级完成全部的现场测量和对执行器的驱动任务;第2级完成DDC计算;第3级完成顺序控制计算任务;第4级作为人机界面,完成与操作员之间的通信;第5级完成监督控制计算任务;第6级实现与其他计算机系统的通信。当然,各级之间的界限并不需要严格划分,例如DDC级也可实现某些顺序控制任务,或直接与现场的生产装置连接。每个处理单元都包含1台计算机,各个计算机通过串行通信链路连接起来形成一个分级分散式结构,可覆盖很宽的范围,一般距离可达数千米。

1.2 测控系统的分类

1.2.1 按测控系统任务分类

测控系统顾名思义,包括“测”和“控”两部分。其中“测”为测量,“控”为控制,测量与控制

的定义如下:

控制:采用各种方法支配或约束某一客观事物的进程结果,称之为“控制”。

测量:采用各种方法获得客观事物的量值,称之为“测量”。

测控系统按照任务的不同,可以分为以下三类:

- (1)单纯以测量和检测为目的的“测试(检测)系统”。
- (2)单纯以控制为目的的“控制系统”。
- (3)测控一体的“测控系统”或“监控系统”。

1. 计算机测试系统

利用传感装置将被监控对象中的物理参量(如温度、压力、流量、液位、速度)转换为电量(如电压、电流),再将这些代表实际物理参量的电量送入输入装置中转换为计算机可识别的数字量,并且在计算机的显示装置中以数字、图形或曲线的方式显示出来,从而使得操作人员能够直观而迅速地了被监控对象的变化过程。

除此之外,计算机还可以将采集到的数据存储起来,随时进行分析、统计和显示并制作各种报表。

计算机测试系统是以计算机为核心,单纯以“监测”为目的的系统,如图 1-1 所示。

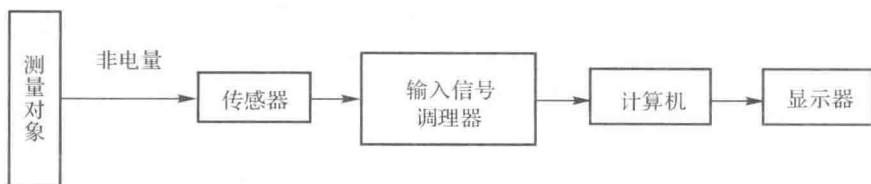


图 1-1 计算机测试系统

2. 计算机控制系统

如果需要对被监控的对象进行控制,则首先由计算机中的应用软件根据采集到的物理量的大小和变化情况以及按照工艺所要求该物理量的设定值进行判断;然后在输出装置中输出相应的电信号,并且推动执行装置(如调节阀、电动机)动作,从而完成相应的控制任务。

计算机控制系统是以计算机为核心,单纯以程序“控制”为目的的系统,如图 1-2 所示。

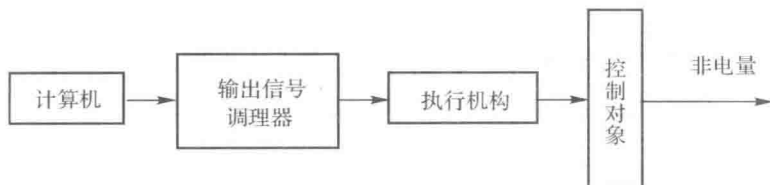


图 1-2 计算机控制系统

3. 计算机测控系统

计算机测控系统是以计算机为核心,以“监测”和“控制”为目的、测控一体化的系统,如图 1-3 所示。

这种系统对被控对象的控制是依据对被控对象的测量结果决定的。

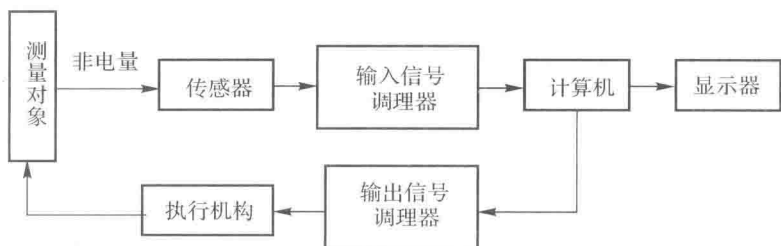


图 1-3 计算机测控系统

1.2.2 按测控系统功能和结构分类

计算机测控技术按照测控系统功能和结构可以划分为数字采集与处理系统、直接数字控制系统、监督控制系统、分散控制系统和现场总线控制系统。

1. 数据采集与处理系统(DAS)

数据采集与处理系统的输出并不直接控制生产过程,只是对生产过程起到安全监视的作用,故又称为计算机安全监视系统,是指从传感器和其他待测设备等模拟和数字被测单元中自动采集信息的过程。数据采集系统是结合基于计算机的测量软、硬件产品来实现灵活的、用户自定义的测量系统。比如条形码机、扫描仪等都是数据采集工具(系统)。

2. 直接数字控制系统(DDCS)

计算机在 20 世纪 60 年代开始应用于控制领域,采用的是集中控制方式,即一台计算机直接控制一个机组或一个车间的控制系统。在这种控制系统中,计算机不但完成操作处理,还可直接根据给定值、过程变量和过程中其他的测量值,通过 PID 运算,实现对执行机构的控制,以使被控量达到理想的工作状态。这种控制系统即常说的直接数字控制系统(DDCS, Direct Digital Control System)。

直接数字控制系统是利用以计算机或微处理器为基础的数字控制器取代常规模拟控制器,直接对生产过程进行闭环控制的系统。

直接数字控制系统原理框图如图 1-4 所示。

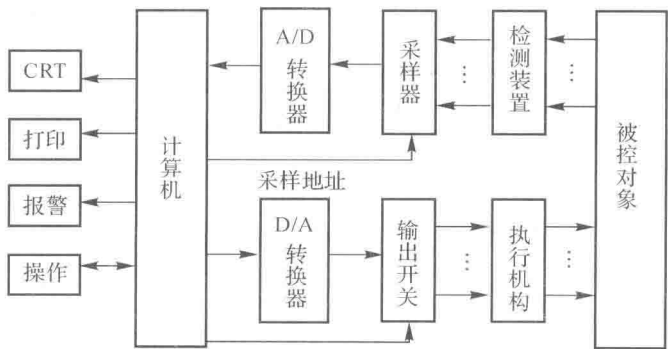


图 1-4 DDCS 原理框图

直接数字控制系统有一个功能齐全的操作控制台,给定、显示、报警等都集中在这个控制台上,操作方便。直接数字控制系统中的计算机不仅能完全取代模拟调节器,实现多回路的

PID 调节,而且不需要改变硬件,只通过改变程序就能有效地实现较复杂的控制,如前馈控制、串级控制、自适应控制、最优控制、模糊控制等。

3. 监督控制系统(SCC)

在直接数字控制系统中是用计算机代替模拟调节器进行控制的,对生产过程产生直接影响的被控参数给定值是预先设定的,并存入计算机的内存中,这个给定值不能根据生产工艺信息的变化及时修改,故直接数字控制系统无法使生产过程处于最优工况。

在监督控制系统(见图 1-5)中,计算机按照描述生产过程的数学模型计算出最佳给定值后送给模拟调节器或直接数字控制系统计算机,模拟调节器或直接数字控制系统计算机控制生产过程,从而使生产过程始终处于最优工况。SCC 系统较 DDC 系统更接近生产变化的实际情况,它不仅可以进行给定值控制,而且还可以进行顺序控制、自适应控制及最优控制等。

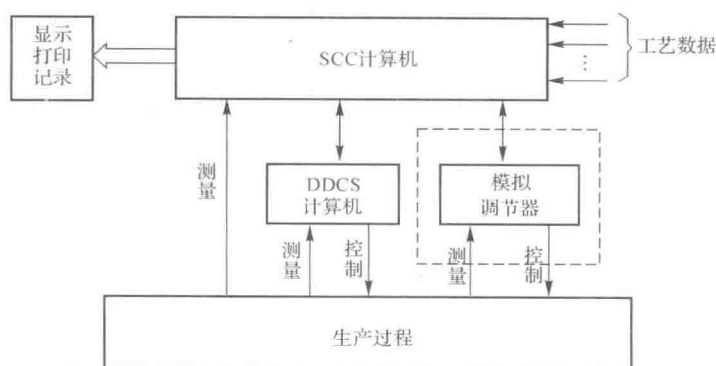


图 1-5 监督控制系统

4. 分散控制系统(DCS)

分散控制系统(见图 1-6)是以微处理器为核心,综合了计算机技术、控制技术、数据通信技术和 CRT 显示技术,这 4 种技术将控制功能分散、操作管理集中的新型计算机控制系统。分散控制系统是多门类学科相互渗透、相互促进、综合发展的产物,从系统的功能角度上看,它属于多功能分级控制系统的范畴。

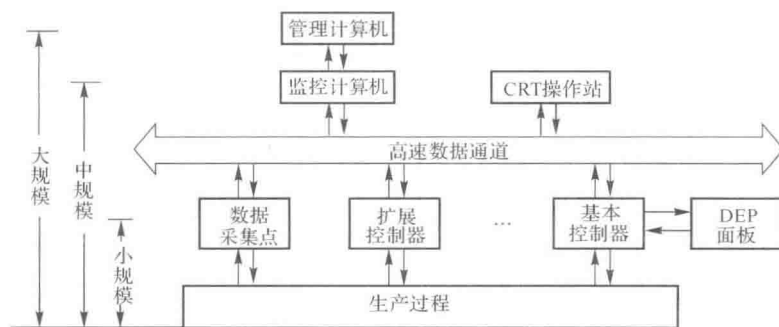


图 1-6 分散控制系统

5. 现场总线控制系统(FCS)

按照国际电工委员会 IEC61158 的定义:安装在制造或生产过程区域的现场装置与控制

室内的自动控制装置之间的数字式、串行、双向、多点通信的数据总线称为现场总线。由现场总线与现场智能设备组成的控制系统称为现场总线控制系统。把集数据通信、计算机技术、控制技术和现场智能设备为一个整体的技术称为现场总线技术。

1.3 计算机测控系统的组成

计算机测控系统由 2 大部分组成:硬件与软件。

计算机测控系统的典型结构如图 1-7 所示。

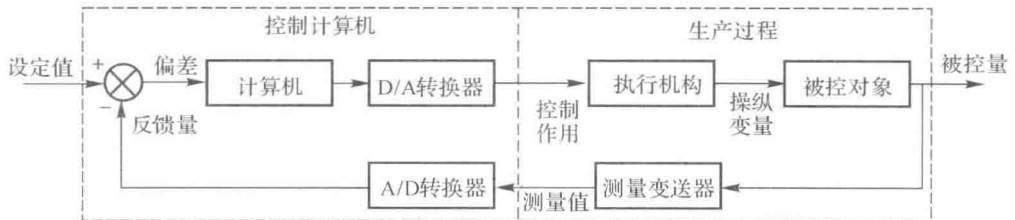


图 1-7 计算机测控系统典型结构

计算机测控系统的组成原理如图 1-8 所示。

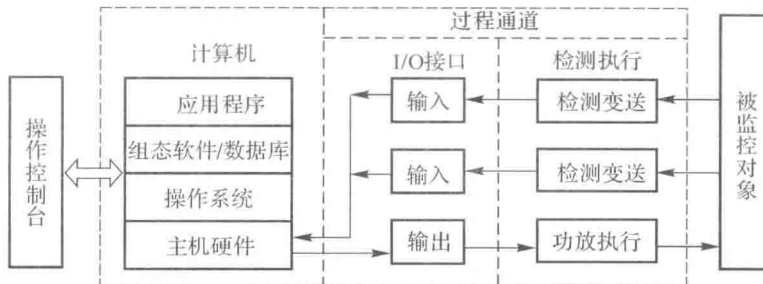


图 1-8 计算机测控系统组成原理图

计算机测控系统硬件主要由输入输出装置、检测变送装置、计算机和执行机构 4 大部分组成;软件主要分为系统软件、开发软件和应用软件 3 大部分。

1.3.1 计算机测控系统的硬件组成

计算机测控系统的硬件包括多种设备,大部分通过 I/O 接口或通信的方式集成到系统中来,例如传感器、执行器等,计算机测控系统中核心的硬件主要有以下三个:

1.3.1.1 计算机主机

由微处理器、内存储器及系统总线组成的计算机主机是整个计算机测控系统的核心,它的功能、性能直接影响到系统的优劣。主机的任务主要是进行数据采集、数据处理、逻辑判断、控制量计算、越限报警等,还通过接口电路向系统的各个部分发出各种控制命令,指挥整个计算机测控系统有条不紊地协调工作。

一般地,计算机主机在测控系统中至少起到以下三个作用:

1. 实时数据处理

实时数据处理指对来自测量变送装置的被控变量数据的瞬时值进行巡回采集、分析处理、计算以及显示、记录、制表等。

2. 实时监督决策

实时监督决策指对系统中的各种数据进行越限报警、事故预报和处理,根据需要进行设备自动启停,对整个系统进行诊断与管理等。

3. 实时控制及输出

实时控制及输出指根据被控生产过程的特点和控制要求,选择合适的控制规律,包括复杂的先进控制策略,然后按照给定的控制策略和实时的生产情况,实现在线、实时控制。

在实际应用中,应根据应用规模、控制目的和控制需要等选用性能价格比高的计算机,如对于小型控制系统、智能仪表及智能化接口,尽量采用单片机模式;对于新产品开发或用量较大的系统,为降低成本,也可采用单片机模式;对于中等规模的控制系统,为加快系统的开发速度,可以选用 PLC 或工控机,应用软件可自行开发;对于大型的生产过程控制系统,最好选用工控机、专用 DCS 或 FCS,软件可自行开发或购买现成的组态软件。

1.3.1.2 过程通道

过程通道是计算机主机与生产过程被控对象之间进行信息传递和变换的连接装置。

根据信号传送方向,过程通道分为输入通道和输出通道;

根据传送信号的形式,过程通道又可分为模拟量通道和开关量通道。

目前工业上使用最多的是板卡式过程通道,其次是远程 I/O 模块。

1. 模拟量输入通道

在计算机测控系统中,为了实现对生产过程或其他设备或周围环境的测量和控制,首先必须对各种模拟量参数如温度、压力、流量、成分、液位、速度、距离等进行采集,为此,要用传感器和变送器将采集量变成标准的电信号,通过滤波放大、经 A/D 转换器变换成计算机能接受的数字量。

2. 模拟量输出通道

目前工业生产中使用的执行机构,其控制信号基本上是模拟的电压或电流信号。因此计算机输出的数字信号必须经 D/A 转换器变为模拟量后,方能去控制执行机构。对于气动或液动的执行机构,尚需经过电-气或电-液转换装置。当控制多个回路时,还需要使用多路开关进行切换。考虑到每个回路的输出信号在时间上是离散的,而执行机构要求的是连续的模拟量信号,因此多路输出的信号都应采用输出保持器加以保持后再去控制执行机构。

3. 开关量输入通道

开关量输入通道的任务主要是将现场输入的开关信号经转换、保护、滤波、隔离等措施转换成计算机能够接收的逻辑信号。

开关量输入通道在测控系统中主要起以下作用:定时记录生产过程中某些设备的状态,例如电动机是否在运转、阀门是否开启等;对生产过程中某些设备的状态进行检查,以便发现问题进行处理。若有异常,及时向主机发出中断请求信号,申请故障处理,保证生产过程的正常运转。

4. 开关量输出通道

对于只有“0”和“1”两种工作状态的执行机构或器件,用计算机控制系统输出开关量来控

制它们,例如控制马达的启动和停止,信号指示灯的亮和灭,电磁阀的打开与关闭,继电器的接通与断开,步进电机的运行等。开关量输出通道的任务就是把计算机输出的开关信号传送给这些执行机构或器件。

5. 执行机构

在计算机测控系统中,必须将经过采集、转换、处理的被控参量(或状态)与给定值(或事先安排好的动作顺序)进行比较,然后根据偏差来控制有关输出部件,达到自动调节被控量(或状态)的目的。

6. I/O 接口

由于外部设备和被控对象是不能直接由计算机主机控制的,必须由“接口”来传送相应的信息和命令。I/O 接口是主机和通道、外部设备进行信息交换的纽带。接口电路有并行接口、串行接口、脉冲接口和直接数据传送接口等。绝大多数 I/O 接口都是可编程的,它们的工作方式可以通过编程设置。各种 CPU 都有配套的接口芯片。

由上述内容可知,过程通道由各种硬件设备组成,它们起着信息变换和传递的作用,配合相应的输入、输出控制程序,使计算机和被控对象间能进行信息交换,从而实现对生产机械、过程的控制。

1.3.1.3 操作控制台

操作控制台是操作员与计算机测控系统之间进行联系的纽带。通过操作控制台,操作人员可及时了解被控过程的运行状态、运行参数、报警信号等,进行必要的人为干预,发出各种控制命令或紧急处理某些事件,实现相应的控制目标,还能通过它输入程序和修改有关参数。

1.3.2 计算机测控系统的软件组成

计算机测控系统的硬件只是测控系统的躯体,只有硬件的计算机叫裸机,它不能实现任何功能,只是计算机测控系统的设备基础,计算机只有在配备了所需的各种软件后,才能构成完整的测控系统,实现各种功能。

软件是指能够完成各种功能的计算机程序的总和,如操作、管理、监视、控制、计算和自诊断等。它是计算机的中枢神经,整个系统的动作都是在软件指挥下进行协调工作的。在计算机测控系统中,许多功能都是通过软件来加以实现的,即在基本不改变系统硬件的情况下,只需修改计算机中的程序便可实现不同的测控功能。测控系统的功能和性能依赖于软件水平的高低。

计算机测控软件从功能上来说可分为系统软件和应用软件。

1. 系统软件

系统软件是计算机运行操作的基础,用于管理、调度、操作计算机的各种资源,实现对系统的监控和诊断,提供各种开发支持的程序。

系统软件包括操作系统,监控管理程序,故障诊断程序,各种语言的汇编、解释和编译程序,数据库管理系统,通信网络软件等。

操作系统提供了程序运行的环境,是计算机测控系统信息的指挥者和协调者,并具有数据处理、硬件管理等功能,如 DOS, Vxworks, UNIX 等。

用于开发测控系统应用软件的是各种语言的汇编、解释和编译程序,包括面向机器的汇编语言如 Masm,面向过程语言如 C,面向对象语言如 Visual C++、Visual Basic 等,监控组态

软件 Kingview、MCGS、FIX 等,虚拟仪器软件 LabVIEW、LabWindows/CVI 等,数字信号处理软件 Matlab,各种数据库软件等。

2. 应用软件

应用软件是软件公司或用户为解决某类应用问题而专门研制的软件,主要包括科学和工程计算软件、文字处理软件、数据处理软件、图形软件、图像处理软件、应用数据库软件、事务管理软件、辅助类软件和测控类软件等。

计算机测控系统软件属于应用软件,它主要实现企业对生产过程的实时测控和管理以及企业整体生产的管理控制。控制类应用软件是控制系统设计人员根据某一具体生产过程的控制对象、控制要求、控制任务,为实现高效、可靠、灵活的控制而自行编制的各种控制和管理程序。测控对象的差异性使对应用软件的要求也有很大的差别。一般在工业测控系统中,针对每个测控对象,为完成相应的测控任务,都要求配置相应的专门测控软件,才能使整个系统实现预定的功能。

测控类应用软件的编写涉及生产工艺、控制理论、控制设备等相关领域的知识,一般由测控系统设计人员根据不同的测控对象和不同的测控任务自行编制或根据具体情况在商品化软件的基础上自行组合。

用户用何种语言编写应用程序,主要取决于系统软件的配置情况和测控的实时性要求。在测控系统中,应用程序的优劣,将对系统调试、运行的可靠性,系统的精度和效率带来很大影响。

1.4 计算机测控系统设计的基本要求

1. 安全可靠

为了保证计算机测控系统安全可靠,通常采用如下做法:

第一,选用高性能的工业控制计算机,保证在恶劣的工业环境下,系统仍能正常运行。

第二,设计可靠的控制方案,并具有各种安全保护措施,比如设计报警、事故预测、事故处理、不间断电源等。

第三,附加后备装置。对于一般的控制回路,选用手动操作作为后备;对于重要的控制回路,选用常规控制仪表作为后备。这样,一旦计算机出现故障,就把后备装置切换到控制回路中,以维持生产过程的正常运行。

2. 操作维护方便

操作方便体现在控制设备投入运行后,应当使系统便于掌握、操作简便,显示画面直观形象。既要体现操作的先进性,又要兼顾原有的操作习惯。在硬件配置方面系统的控制开关不能太多,操作顺序要简单;软件方面,应尽可能采用汇编语言,并配有高级语言,以便于用户掌握。

维护方便体现在易于查找故障,易于排除故障。硬件方面,应尽可能采用标准的模块产品,便于更换故障模板。软件方面,应配置诊断程序,一旦故障发生,通过程序来查找故障发生的部位,从而缩短排除故障的时间。

3. 实时性强

所谓实时性,就是计算机系统对内部和外部信息能够及时地响应,并作出相应的处理,不

丢失信息,不延误操作。

4. 通用性好、便于扩充

在系统设计时,要考虑以下三点:

第一,硬件设计应标准化,采用标准总线结构并配置各种通用的功能模板,以便于进行功能扩充时,只需要增加功能模板即可。

第二,软件设计时采用标准模块结构,用户使用时不需要二次开发,只需按照要求选择各种功能模块即可。

第三,在系统设计时,各个设计指标留有一定的余量,便于扩充。

5. 经济效益高

计算机控制系统在满足系统基本要求的前提下,还应该带来高的经济效益,要有市场竞争意识。因此在系统设计中要考虑以下三个方面:

一是提高系统的性能价格比;

二是尽可能缩短设计周期;

三是降低投入产出比。

1.5 计算机测控系统的特点及设计要求

1.5.1 计算机测控系统的特点

1. 技术集成和系统复杂程度高

计算机控制系统是计算机、控制、通信、电子等多种高新技术的集成,是理论方法和应用技术的结合。由于信息量大、速度快和精度高,因此能实现复杂的控制规律,从而达到较高的控制质量。计算机控制系统实现了常规系统难以实现的多变量控制、智能控制、参数自整定等。

2. 实时性强

计算机控制系统是一个实时计算机系统,可以根据采集到的数据,立即采取相应的动作。例如,检测到化学反应罐的压力超限,可以立即打开减压阀,这样就避免了爆炸的危险。实时性是区别于普通计算机系统的键特点,也是衡量计算机控制系统性能的一个重要指标。

3. 可靠性高和可维修性好

这两个因素决定系统的可用程度。由于采取有效的抗干扰、冗余、可靠性技术和系统的自诊断功能,计算机控制系统的可靠性高且可维修性好。如有的工控机一旦出现故障,能迅速指出故障点和处理办法,便于立即修复。

4. 环境适应性强

工业环境恶劣,要求工业控制机能适应高温、高湿、腐蚀、振动、冲击、灰尘等工业环境。一般的工业控制机有较高的电磁兼容性。

5. 控制的多功能性

计算机控制系统具有集中操作、实时控制、控制管理、生产管理等多功能。

6. 应用的灵活性

由于软件功能丰富、编程方便和硬件体积小、质量轻以及结构设计上的模块化、标准化,故系统配置上有很强的灵活性。如一些工控机有操作简易的结构化、组态化控制软件,硬件的可

装配性、可扩充性也很好。

另外,技术更新快,信息综合性强,内涵丰富,操作便利等也都是计算机控制系统的一些特点。

1.5.2 计算机测控系统的设计要求

区别于传统的测控系统,计算机测控系统设计有着自己特殊的要求,来满足计算机测控系统设计任务。

- (1)具有良好的实时性;
- (2)具有高可靠性和较强的环境适应性;
- (3)采用标准化部件,便于扩充、升级和维护;
- (4)具有良好的人机界面和丰富的监视画面;
- (5)具有良好的系统组态和可选的各种控制策略;
- (6)具有网络通信功能,便于实现工厂自动化和信息化。

1.6 测控系统的发展

1.6.1 测控系统发展历程

计算机测控技术的发展在国际上大致可分为三个阶段。20世纪50年代至60年代为开创时期;60年代末至70年代初为系列化小型工业控制机发展时期;进入70年代中期以后,以微型机为基础的测控技术和以4C(计算机、通信、控制、CRT)技术为特征的分散型控制系统得到了长足发展。目前正是这一阶段的鼎盛时期。正是这一时期,工业计算机测控技术才真正被广泛地应用于各种生产领域,这一阶段的工业计算机测控技术不仅注重监控,而且注重管理,把过程监控和生产管理有机结合在一起。监控与管理集成系统、智能自动系统已成为当前国际上工业计算机测控技术的发展方向。

在航空和航天领域中,计算机测控系统已经代替了大量的测试仪器,担负着实验室、导弹总装厂和发射场的各种测试和发射控制任务,使测试和发射准备时间大大缩短,操作人员和特种车辆大量减少,发射场的指挥员在控制室或指挥车里就可观察到导弹或卫星各系统的工作情况和各种参数,以便做出正确的判断,对发射过程进行有效的控制。

1.6.2 测控系统发展趋势

1. 智能化

所谓智能,是指能随外界条件的变化,具有确定正确行动的能力,也即具有人的思维能力以及推理、做出决策的能力,而智能化的仪表或系统,可以在个别的部件上,也可以在局部或整体系统上具有智能的特征。例如智能化的测试仪表,它能在被测参数变化时自动选择测量方案,进行自校正、自补偿、自检、自诊断等,以获取最佳测试结果。为了更有效地利用被测量,在检测时往往要附加一些分析与控制的功能,因而采用实时动态建模技术、在线识别技术,以获得实时最优控制、自适应控制等功能。有的系统则直接运用人工智能、专家系统技术设计智能控制器。