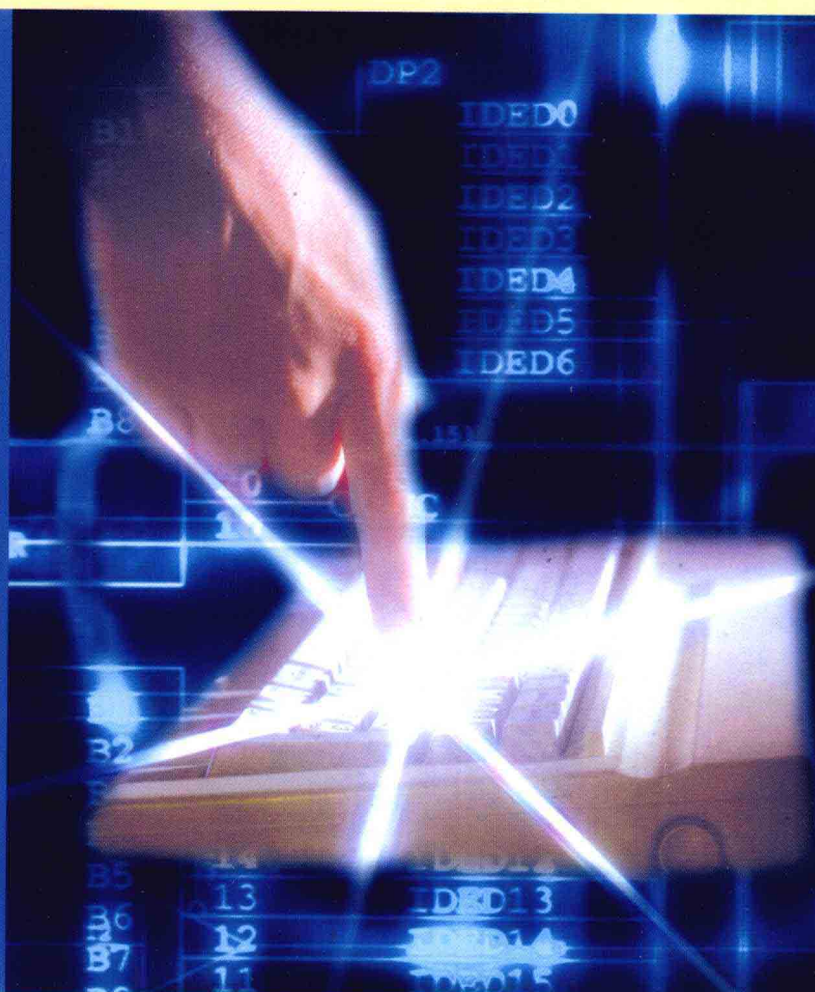


高等学校规划教材

计算机控制技术



李明学 周广兴 于海英 孔庆臣 编著

哈尔滨工业大学出版社

高等学校规划教材

计算机控制技术

李明学 周广兴 于海英 孔庆臣 编著

哈尔滨工业大学出版社

哈尔滨

内 容 简 介

本书对计算机在控制系统中的基本理论和应用技术进行比较全面、系统、深入的介绍。全书共十章,分别讨论了计算机控制系统的基本知识、基本输入输出接口技术、数据采集与处理系统、数字程序控制技术、控制规律的离散化设计方法、控制规律的模拟化设计方法、复杂控制规律的设计、计算机控制可靠性技术、计算机控制系统设计和分散控制系统等内容。其特点是系统性、理论性和实用性较强。

本书可作高等学校计算机专业教材,也可供工业自动化以及相关专业选作教材,还可供从事计算机应用与自动控制的科研人员、工程技术人员参考。

图书在版编目(CIP)数据

计算机控制技术/李明学编著. —哈尔滨:哈尔滨工业大学出版社,2001.10(2009.1重印)

ISBN 978 - 7 - 5603 - 1668 - 0

I .计… II .李… III .计算机控制 IV .TP273

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2001)第 067906 号

责任编辑 王超龙

封面设计 卞秉利

出版发行 哈尔滨工业大学出版社

社 址 哈尔滨市南岗区复华四道街 10 号 邮编 150006

传 真 0451 - 86414749

网 址 <http://hitpress.hit.edu.cn>

印 刷 哈尔滨工业大学印刷厂

开 本 787mm × 1092mm 1/16 印张 17.5 字数 396 千字

版 次 2001 年 10 月第 1 版 2009 年 1 月第 3 次印刷

书 号 ISBN 978 - 7 - 5603 - 1668 - 0

印 数 4 001 ~ 5 000

定 价 28.00 元

(如因印装质量问题影响阅读,我社负责调换)

前 言

《计算机控制技术》是关于自动控制理论和计算机技术如何应用于工业生产过程自动化的一门专业技术。计算机控制技术的实现涉及到许多专业知识,其先修课程为《自动控制原理》、《微机原理》、《单片机》、《过程控制及仪表》等。本书侧重于计算机对工业生产过程的控制,讨论如何将被控对象、传感器或变送器、数字计算机、过程通道接口、执行机构、系统软件和各种应用软件组织成一个有机的整体,形成完整的计算机控制系统,其目的是使学生掌握分析和设计一个计算机控制系统的理论和方法。

本书在内容的处理上具有以下的特点:

1. 注意反映计算机控制领域的最新技术,又注意结合学生的知识、能力特点。
2. 选材注意了理论联系实际,从工程实际出发,列举了大量的实例,注重培养学生解决实际问题的能力,强化学生的工程意识。
3. 本书的通用性强,力图从程序设计的思路和程序设计的结构上进行阐述,书中给出的程序设计框图适合于各种类型的计算机。
4. 文字叙述力求简明扼要,深入浅出,图、文配合适当,便于学生自学。

本书共分十章。第一章介绍了计算机控制系统的典型结构、一般组成、分类类型及其发展趋势。第二章讨论计算机控制系统接口技术,着重讲解组成过程输入输出的各个环节或装置,介绍了人机操作接口。第三章讨论了数据采集和数据处理的方法等。第四章介绍了数字程序控制技术中的数字程序控制基础和插补原理等。第五章讨论控制系统在离散域内的一些常用直接设计方法,包括最少拍有波纹控制、最少拍无波纹控制的设计及改进方法。第六章讨论常规的 PID 控制技术。第七章讨论了计算机控制系统的复杂控制技术,扼要介绍了串级控制、前馈控制、纯滞后对象的控制、大林算法、多变量解耦等其它复杂规律控制技术。第八章介绍了计算机控制可靠性技术,从干扰的来源入手,讨论了软硬件抗干扰技术、接地技术、电源保护技术等。第九章是对前几章内容的综合,并给出了一个应用实例——单片机温度控制系统。第十章是对当前应用比较广泛的分散控制系统作了简要介绍。

本书由李明学、周广兴、于海英、孔庆臣担任主编。其中第三章、第八章、第九章、附录由李明学编写,第一章、第四章、第七章由周广兴编写,第二章、第十章由于海英编写,第五章、第六章由孔庆臣编写。

在本书编写过程中,得到了系主任董春游教授及其他老师的大力帮助和鼓励,并提出了许多宝贵的意见,在此谨向他们表示诚挚谢意。

由于时间仓促和水平有限,书中一定存在一些疏漏和不妥之处,敬请读者批评指正。

作 者

2001 年 10 月

目 录

第 1 章	计算机控制系统概述	
1.1	计算机控制系统发展简况	1
1.2	典型的计算机控制系统	2
1.3	计算机控制系统的结构和组成	6
1.4	计算机控制系统的分类	9
1.5	计算机控制系统的发展趋势	14
	习题一	15
第 2 章	计算机控制系统接口技术	
2.1	模拟信号输出接口	16
2.2	模拟信号输入接口	25
2.3	开关信号输入输出通道接口	36
2.4	人机操作接口设计	38
	习题二	50
第 3 章	数据采集与处理系统	
3.1	微型计算机数据采集系统	51
3.2	数字滤波	56
3.3	线性化处理	72
3.4	误差修正	76
3.5	标度变换	78
3.6	越限报警处理	79
	习题三	82
第 4 章	数字程序控制技术	
4.1	数字程序控制基础	84
4.2	逐点比较法插补原理	87
	习题四	94
第 5 章	控制规律的离散化设计方法	
5.1	最少拍有波纹系统数字调节器的设计	96
5.2	最少拍无波纹系统数字调节器的设计	109
5.3	最少拍设计的改进	111
5.4	W 变换法设计	117
5.5	根轨迹法设计	121
5.6	数字调节器 $D(z)$ 的计算机实现	123
	习题五	133
第 6 章	控制规律的模拟化设计方法	
6.1	数字 PID 控制	138

6.2	PID 控制算法的改进	145
6.3	数字 PID 调节器参数的整定	149
	习题六	155
第 7 章	复杂控制规律的设计	
7.1	串级控制	157
7.2	前馈控制	162
7.3	纯滞后对象的控制	170
7.4	多变量解耦控制	183
7.5	其它复杂规律控制系统简介	191
	习题七	198
第 8 章	计算机控制可靠性技术	
8.1	干扰的来源	200
8.2	计算机控制系统硬件抗干扰技术	203
8.3	计算机控制系统软件抗干扰技术	209
8.4	计算机控制系统接地技术和电源保护技术	210
	习题八	213
第 9 章	计算机控制系统设计	
9.1	计算机控制系统设计概述	215
9.2	应用实例——单片机温度控制系统	220
第 10 章	分散型控制系统	
10.1	分散型控制系统(DCS)	235
10.2	位总线(BITBUS)通信网络技术	246
10.3	现场总线(FIEDBUS)技术	250
	习题十	261
附录		262
参考文献		274

第1章 计算机控制系统概述

计算机控制是用数字计算机对一个动态系统进行控制。它是利用计算机代替自动控制系统中的仪表或调节装置去完成对动态系统的调节和控制，这是对自动控制系统技术装备的一个革新。这一革新，使自动控制系统的结构分析和设计发生了较多的变化。由于计算机控制的优越性和良好的发展前景，人们迫切需要掌握计算机控制技术。本书侧重于对工业生产过程的控制，比如对化工、发电、冶金、建材和制药等各种连续生产过程的控制。本书将讨论计算机的常规控制技术、现代控制技术、过程通道和人机接口、系统设计和工程实现、抗干扰以及计算机分散控制系统。其目的是使读者掌握计算机控制技术，掌握分析、设计和构成一个计算机控制系统的理论和方法。

本章将介绍计算机控制系统的发展、组成和分类、典型计算机控制系统举例以及它的发展趋势。

1.1 计算机控制系统发展简况

电子计算机是 20 世纪 40 年代中期发展起来的新技术之一，它的出现使科学技术产生了一场深刻的革命。在这以后的 10 年时间里，计算机仅仅用于科学计算和数据处理，还不能对生产过程进行实时控制，比如，1952 年，计算机开始应用于化工生产过程的自动检测和数据处理，并打印出生产管理用的过程参数。1954 年，开始利用计算机构成开环系统，操作人员根据计算机的计算结果来及时准确地调节生产过程的控制参数。直到 1959 年，世界上第一台过程控制计算机在美国德克萨斯州的一个炼油厂正式投入运行，实现了实时“在线”控制。该系统控制 26 个流量、72 个温度、3 个压力和 3 种成分，基本功能是控制反应器的压力，确定反应器进料量的最优分配，根据催化作用控制热水流量以及确定最优循环。随着半导体技术的发展、计算机运算速度的加快和可靠性的提高，1960 年，开始在生产过程中采用计算机监督控制(SCC)。1962 年，开始采用直接数字控制(DDC)，比如，英国的帝国化学工业公司(ICI)实现了一个 DDC 系统，其中数据采集量为 244 个，它控制 129 个阀门。20 世纪 60 年代后期，计算机开始侧重生产过程的最优控制，并向分级控制和网络控制方向发展，已出现了专用于工业生产过程控制的小型计算机。

自 1971 年以来，随着大规模集成电路的发展，相继出现了微型计算机，使得计算机控制技术进入了一个崭新的阶段。微型计算机的最大优点是运算速度快、可靠性高、方便灵活、通用性强、价格便宜和体积小。它对于发展现代化的工业、农业、国防和科学技术具有极其巨大的推动作用。所以在 70 年代中期，传统的集中控制系统革新为分散型系统(DCS)。市场的压力迫使许多仪表和计算机制造商必须设计出自己的分散型系统，以增加自己产品的竞争力。例如，日本横河公司的 CENTUM，美国 Honeywell 公司的 TDC-2000，西德 Siemens 公司的 TELEPERM-M，英国 Oxford Automation 公司的 SYSTEM-86。80 年代随着超大规模集成电路(VLSI)技术的飞速发展，使得计算机向着超小型化、软件固化和控制智能化方向发展。美国 Honeywell 公司推出了新一代的集散型信息管理系统 TDCS-3000，解决了过程控制与信息管理系统的协调，为实现整个工厂的生产管理和控制提供了最佳系统。80 年代末、90 年代初又推出具有专家系统、模糊控制、计算机辅助设

计(CAD)等把控制与管理融为一体的新型分散控制系统。

除了在工业生产过程控制方面计算机控制日趋成熟外，在机电控制、航天技术和各种军事装备中，计算机控制也日趋成熟，得到广泛应用。例如，通信卫星的姿态控制，卫星跟踪天线的控制，电气传动装备的计算机控制，计算机数控机床，工业机器人的姿态、力矩伺服系统，射电望远镜天线控制，飞行器自动驾驶仪等等。目前，微型计算机的应用已经渗透到科学技术的各个领域及生产和社会生活的各个部门，甚至家庭也出现了计算机。没有计算机，就没有今天的 INTERNET(国际互联网)。总而言之，在现代生产及生活中，离开了计算机是难以想像的。

计算机控制是以自动控制理论和计算机技术为基础的。自动控制理论是计算机控制的理论支柱，计算机技术的发展又促进了自动控制理论的发展与应用。微电子技术和计算机技术的发展，为计算机控制技术的发展和应用奠定了坚实的基础。可以预言，随着超大规模集成电路技术、软件智能化技术和自动控制理论的发展，计算机控制技术将会出现惊人的飞跃。

1.2 典型的计算机控制系统

计算机控制的领域是非常广泛的，控制对象从小到大，从简单到复杂都可以由计算机参与控制。计算机可以控制单个电机或阀门，也可以控制和管理一个车间、整个工厂以至整个企业。计算机控制可以是单个回路参数的简单控制，也可以是复杂控制规律的多变量解耦控制、最优控制、自适应控制乃至具有人类智慧功能的智能控制。下面介绍几个典型的计算机控制系统，从而能对计算机控制有一个概貌性的认识，了解计算机控制系统的结构、功能以及计算机控制的特点。

例 1-1 工业炉计算机控制系统。

图 1-1 介绍了工业炉控制的典型情况。为了保证燃料在炉膛内完全燃烧，必须保持燃料和空气的比值恒定。图中描述了燃料和空气的比值控制过程，它可以防止空气太多时，过剩空气带走大量热量，防止被加工的工件表面氧化，也可以防止当空气太少时，燃料燃烧不完全，随废气排除而造成的浪费。

计算机控制系统的功能是：

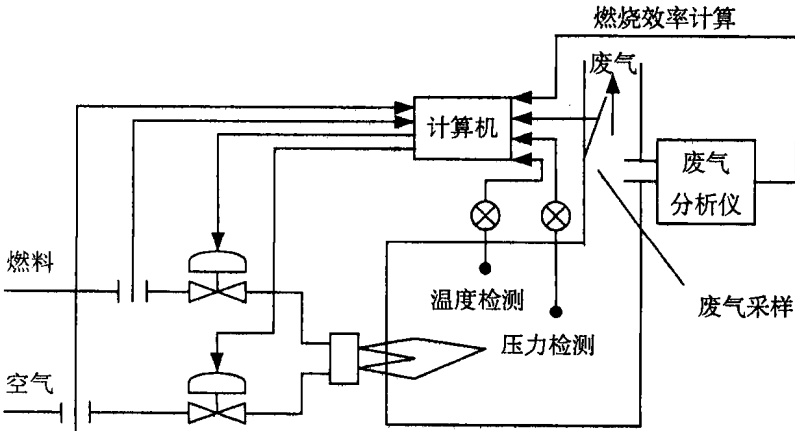


图 1-1 工业炉计算机控制系统

(1)对温度、燃料、空气进行检测，把测得的信号送入数字计算机进行比较、计算，进而控制燃料和空气阀门的开度。

(2)为了保持炉膛压力恒定，避免在压力过低时从炉墙的缝隙处吸入大量过剩空气，或在压力过高时大量燃料通过缝隙逸出炉外，必须检测压力信号并送入计算机，以便控制烟道出口挡板的开度。

(3)为提高炉子的热效应，在系统中设有废气分析仪，通常用氧化锆传感器测得废气中的氧含量，送入计算机进行计算，并以此进行燃烧控制。

例 1-2 步进电机计算机控制系统。

步进电机是一种控制电机，也是工业过程控制及仪器仪表中重要的执行元件之一。如在数字式线切割机床上可由它去带动丝杆，控制工作台的运动；可用它来转动螺旋电位器来调节电压或电流，实现对执行机构的控制。

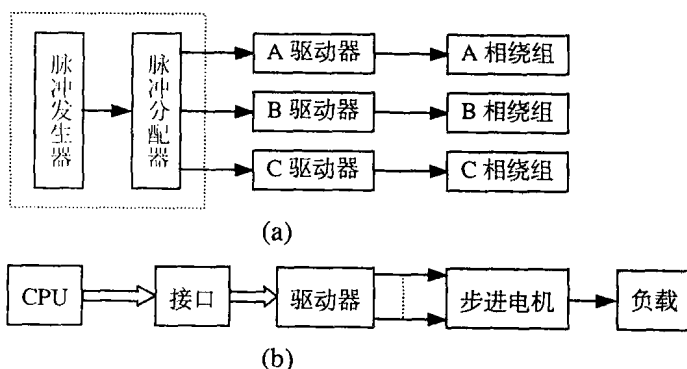


图 1-2 (a) 步进电机工作电路框图；(b) 步进电机计算机控制系统

以三相步进电机为例，步进电机的工作电路框图如图 1-2(a)。三相步进电机要有三个驱动电路，提供电机每相绕组足够的工作电流。驱动器的工作由脉冲分配器输出的脉冲信号来控制，脉冲发生器产生一定频率的脉冲，通过脉冲分配器产生以一定的规律循环给 A 相、B 相、C 相所需的脉冲信号，就能使步进电机运转起来。

用计算机对步进电机进行控制，就是利用计算机来取代图 1-2(a)中的虚线部分。步进电机计算机控制系统如图 1-2(b)所示。

计算机控制系统的功能是：

(1)能够产生一定周期的脉冲序列，随时改变脉冲分配的方式和脉冲的频率。

(2)能够按顺序正确分配脉冲，给三个绕组循环通电，即三种通电方式：

三相单三拍，通电顺序为： $\boxed{\rightarrow A \rightarrow B \rightarrow C \rightarrow}$

三相双三拍，通电顺序为： $\boxed{\rightarrow AB \rightarrow BC \rightarrow CA \rightarrow}$

三相六拍，通电顺序为： $\boxed{\rightarrow A \rightarrow AB \rightarrow B \rightarrow BC \rightarrow C \rightarrow CA \rightarrow}$

按上述三种通电方式和通电顺序进行通电，步进电机正转；反之，按上述相反的方向通电，则步进电机反转。例如在单三拍中反相通电顺序为： $\boxed{\rightarrow A \rightarrow C \rightarrow B \rightarrow}$ ，其它两种方式可依此类推。

(3)能够灵活控制步进电机的启停、正转、反转、加速、减速。

例 1-3 发电机计算机控制系统。

发电机计算机控制系统的方框图，如图 1-3 所示。

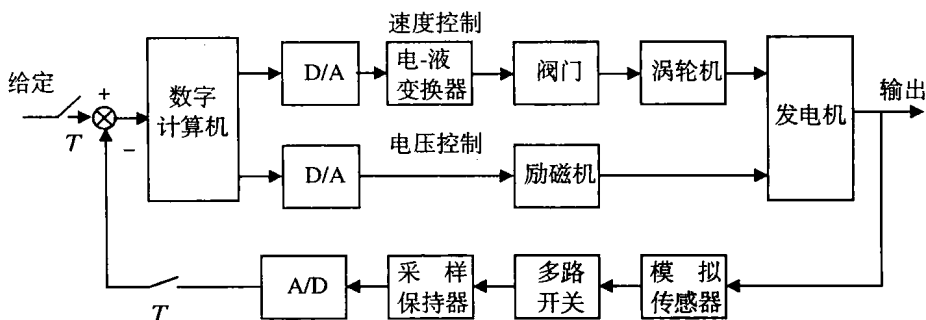


图 1-3 发电机计算机控制系统

数字计算机的输出分别送到速度控制和电压控制两路：

(1)速度控制通过 D/A 转换器，把计算机的数字量变成模拟量，再通过电-液变换器将电量转换成液压方式去控制阀门开度，从而控制涡轮机的转速，其转速高低直接影响发电机的输出电压，最终达到控制发电机输出电压大小的目的。

(2)电压控制也是通过 D/A 转换器，把计算机输出的数字信号变成模拟信号，该信号是控制量，控制励磁装置的电压大小，从而控制发电机的励磁，其励磁强弱直接影响发电机的输出电压，最终达到控制发电机输出电压大小的目的。

发电机的输出电压由反馈通道中的模拟传感器变换成电量，由多路开关、采样保持器巡回检测，再经过 A/D 转换器变成数字量输入计算机，与给定值比较，经过计算机计算输出两路的控制量，使发电机的实际输出值与希望值相等，即发电机的输出电压等于给定值，实现了计算机控制。

例 1-4 制冷过程计算机控制系统。

某工厂的冷库是我国第一座采用计算机控制的万吨级冷库，如图 1-4 所示。它有三个制冷系统：-33℃结冻系统、-28℃低温冷藏系统和-15℃高温冷藏系统。

采用计算机对制冷工艺进行实时控制的要求是：

- (1)能够实现能量匹配的自动调节，达到提高制冷效率的目的；
- (2)能够巡回监测现场工艺参数，进行报警监视；
- (3)对各制冷系统进行闭环控制，使高、低温冷库分别实现恒温调节，结冻达到速冻、低耗。

制冷控制是以一台工业控制机为中心，通过模拟量输入通道以及中断扩展接口，进行有关工艺过程的参数采集，并送到计算机进行运算、比较、分析及判断，再通过开关量输出通道以及有关接口进行调节控制。

计算机控制系统的功能是：

(1)温度的闭环控制

- 15℃高温冷藏库房(5 间)的恒温控制；
- 28℃低温冷藏库房(34 间)的恒温控制；
- 33℃结冻系统(8 间)进行速冻、低耗的控制；

系统蒸发的调节。

(2)通过模拟量输入通道，能够巡回监测现场 5 个压力点、57 个温度点的参数，定时打印制表，并可人工选点监测，显示数据，人工巡测速度可调。

(3)对现场 84 个限值监视点进行声光报警监视。

(4)自动启停和能量匹配。

10 台氨压缩机进行自动启停、配组及能量匹配控制；

对冷风机进行自动启停控制；

对氨泵回路进行自动启停控制。

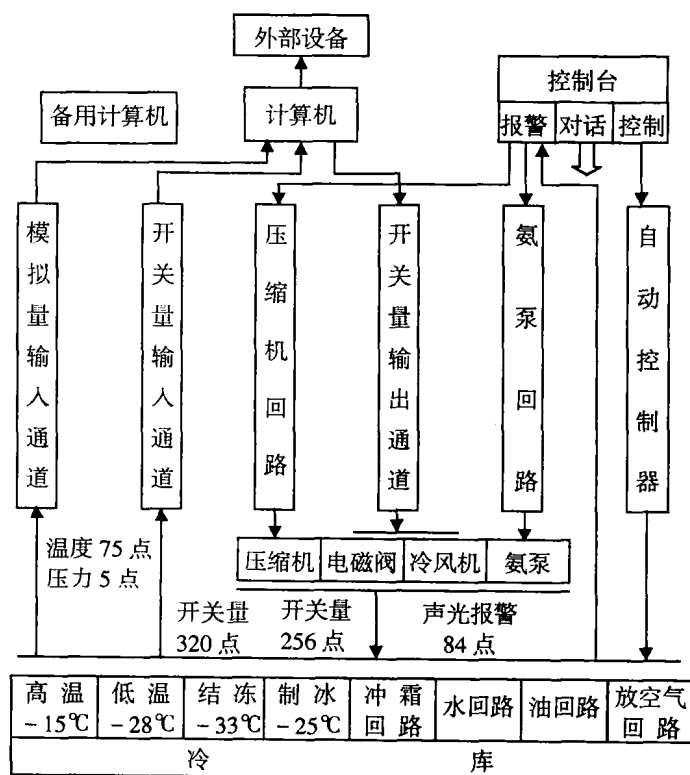


图 1-4 制冷过程计算机控制系统

(5)故障诊断及处理

设备异常故障诊断及处理与备用设备的投入运行；

系统及重要设备的故障处理。

制冷过程计算机控制系统运转稳定可靠，操作方便，切换灵活，投资少，见效快。它在保鲜质量、安全生产、减轻劳动强度、降低能耗等方面取得了显著的效果。

上面简要地介绍了四个计算机控制系统，一方面可以大致看出计算机控制系统的使用情况、计算机控制系统的概貌，如系统的结构、组成、规模、功能以及特点等。另一方面，从这些例子大致可以看出计算机控制系统的类型及其分类。

1.3 计算机控制系统的结构和组成

在上一节中，列举了四个典型的自动控制系统，对于类似的例子还可以举出很多。从上述例子可以看出，尽管被控对象各式各样，控制参数可能千差万别，但是对于计算机闭环控制系统的结构，却是大同小异，都有着相同的工作原理和共同的结构及特点。

《自动控制原理》的基本理论告诉我们，典型的连续控制系统的结构如图 1-5 所示。它是由被控对象、测量环节、调节器和执行机构构成输出反馈控制系统。调节器的作用是使被控参数跟随给定值。

计算机控制系统的结构与连续系统十分相似，只是调节器由数字调节器实现，为了信号的匹配，数字计算机的输入输出两侧分别带有多路开关、采样保持器、A/D 转换器以及 D/A 转换器，如图 1-6 所示。

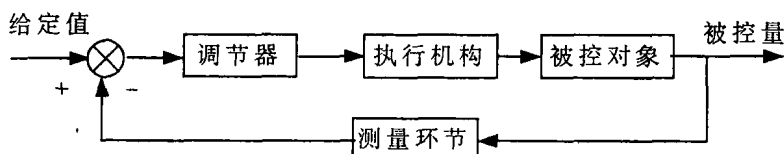


图 1-5 典型的连续控制系统

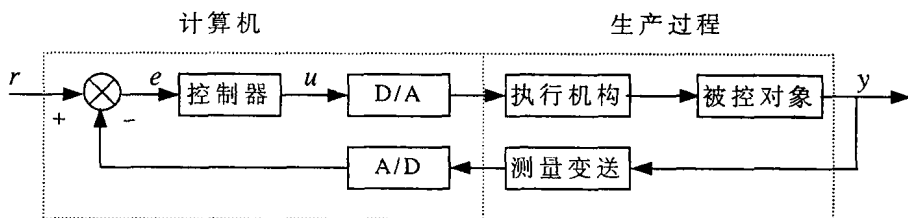
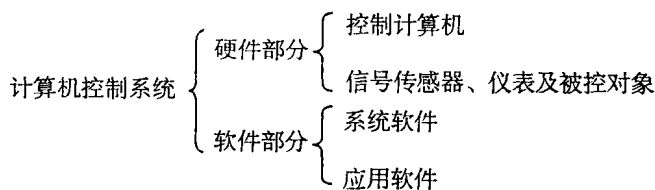


图 1-6 计算机控制系统的典型结构

计算机控制就是对被控对象的有关参数(如温度、压力、流量、转速、转角、电压、电流、相位、功率、状态等)进行采样并转换成统一的标准信号，通过输入通道把数字量和模拟量(转换成数字量)表示的各种参数信息传送给计算机，计算机根据这些信息，按照预先规定的控制规律进行运算和处理，并通过输出通道把运算结果以数字量或模拟量的形式去控制被控对象，使被控制的参数达到预期的目标。

图 1-6 中，计算机控制系统由于用途或目的的不同，它们的规模、结构、功能与完善程度等可以有很大的差别，但是它们都有共同的两个基本组成部分，即硬件和软件。计算机控制系统的构成如下：



硬件是指计算机本身及其外围设备。软件是指管理计算机的程序以及生产过程控制应用程序。硬件是计算机控制系统的基础，软件是计算机控制系统的灵魂。计算机控制系

统本身是通过各种接口及外部设备与生产过程发生关系，并对生产过程进行数据处理及控制的。

下面对计算机控制系统各部分的功能进行介绍。

1.3.1 硬件组成

计算机控制系统的硬件主要是由主机、接口电路、外部通道、外部设备、人机联系设备等组成，如图 1-7 所示。现分述如下：

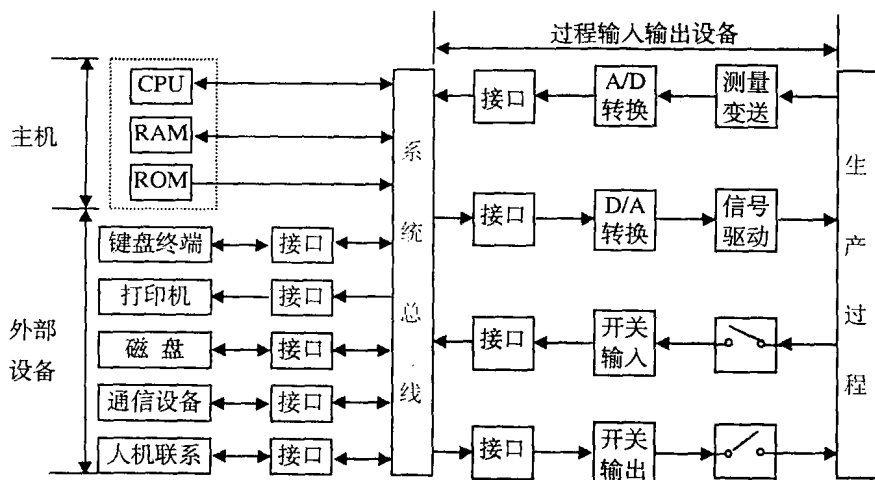


图 1-7 计算机控制系统硬件组成框图

1. 主机

它是整个控制系统的核心，由中央处理器(CPU)和内存储器(RAM, ROM)组成。通过接口可向生产过程发送各种控制命令，同时对生产过程各个参数进行巡回检测、数据处理以及控制计算、报警处理、逻辑判断等。

在内存储器中预先存入了实现信号输入、运算控制和命令输出的程序，这些程序反映了对生产过程控制的控制规律。系统被启动后，CPU 就从内存储器中逐条取出指令并执行，从而达到预定的控制目的。

对控制用主机的要求有如下几点：

(1) 可靠性高

要求故障少，修复快。

(2) 实时控制

实时的意思就是“及时”，及时处理紧急事故和修改操作条件，及时观测和控制工况参数，有完善的中断系统。

(3) 环境的适应性强

能够适应各种恶劣的环境，例如腐蚀性气体、高温、强磁场和强电场等恶劣的条件。

(4) 有比较完善的过程通道设备

主机必须对生产情况进行监视，并给出控制信号。对不正常的运行情况要发出警报信号或输出紧急处理的控制信号。所以，主机与外部世界的联系是紧密的和频繁的。

(5)配备有完善的软件系统。

2.通用外部设备

通用外部设备是为了扩大主机的功能而设置的。

通用外部设备按功能可分为三类：

(1)输入设备：如键盘、卡片读入机等，用来输入程序、数据和操作命令。

(2)输出设备：如打印机、绘图机、CRT 显示器等，它们以字符、曲线、表格和图形等形式来反映生产过程工况和控制信息。

(3)外存储器：如磁盘、磁带等，它们用来存放程序和数据，具有输入和输出两种功能，作为内存储器的后备存储设备。

这些通用外部设备就像计算机的眼、耳、鼻、舌、四肢一样，大大地扩充了主机的功能。

3.接口与过程输入输出通道

接口与过程输入输出通道是用来传递计算机与生产过程之间的信息的，是联结两者的桥梁和纽带。

过程通道分为：

(1)模拟量输入通道(简称 A/D 通道)：用来输入模拟量信号，如温度、压力、流量、料位和成分等。

(2)开关量输入通道(简称 DI 通道)：用来输入开关量信号或数字量信号。

(3)模拟量输出通道(简称 D/A 通道)：把数字量信号转换成模拟量信号后再输出。

(4)开关量输出通道(简称 DO 通道)：直接输出开关量信号或数字量信号。

根据功能及传送信号的方法可分为：

(1)并行接口传送；

(2)串行接口传送；

(3)直接数据传送；

(4)实时时钟传送。

4.人机联系设备

操作员与计算机之间的信息交换是通过人机联系设备进行的。人机联系设备也称为人机接口。它包括 LED 数码管及 CRT 显示器、键盘、作用开关、专用的操作显示板或操作显示台等。其作用体现在：

(1)显示被测参数；

(2)供操作人员输入程序，修改数据，发出各种操作命令；

(3)显示控制生产过程的结果。

5.被控对象

被控对象是指被控制的机器、设备或生产过程。在例 1-1 中的被控对象是工业炉，例 1-2 的被控对象是步进电机，例 1-3 的被控对象是发电机，例 1-4 的被控对象是冷库。

被控对象的特性可以用传递函数来表征。被控对象的传递函数可以归纳成惯性环节、积分环节、微分环节、纯滞后环节等。对于如何求取被控对象或生产过程的传递函数，本书不详述，请读者参阅先修课程《自动控制原理》。

6.信号传感器

信号传感器的任务是收集和测量生产过程中的各种参数,把被检测参数的非电量转换成电量,如热电偶把温度变成热电势(mV)信号,压力变送器把压力变成电信号等。这些信号转换成标准电平后再送入计算机。因此检测元件精度的高低直接影响计算机控制系统的精度。

7.执行机构

执行机构是控制系统中的重要部件。计算机输出的控制信号是由执行机构来执行的,它使生产过程达到预定的要求。执行机构通常由执行器和调节阀两部分组成。执行器按照采用的动力方式的不同,可以分为:

- (1)电动执行器;
- (2)气动执行器;
- (3)液动执行器。

电动执行器有两种输入信号:连续输入信号为 $0 \sim 10\text{mA}$ 或 $4 \sim 20\text{mA}$;断续输入信号是开关信号。

气动执行器的输入信号为 $(2 \sim 10) \times 10^4\text{Pa}$ 。另外,还有马达和步进电机等执行器。

1.3.2 软件组成

上述硬件部分只能构成裸机,只为计算机控制系统提供了物质基础或躯干。它没有思维 and 知识。只有给裸机提供了软件,才能把人的思维 and 知识用于生产过程的控制。软件是完成各功能的计算机程序的总和,如操作、监控、管理、控制、计算和自诊断等。因此,软件是计算机系统的神经中枢,整个系统的动作都是在软件指挥下协调工作的。软件的优劣,不仅影响硬件功能的发挥,而且也影响计算机对生产过程的控制品质和管理水平。

软件通常分为系统软件和应用软件。

系统软件是由计算机设计者提供的,专门用来使用和管理计算机本身的程序。它们一般不需要用户来设计,用户只要了解它们的大致原理和使用方法就可以了。

应用软件是面向用户本身的程序。它们都是用户根据需要自行编写的。

目前,软件已经成为计算机科学中一个独立的分支,而且发展很快,表 1-1 示出了计算机系统各种软件的情况。

1.4 计算机控制系统的分类

计算机控制系统的分类方法很多,可以按照系统的功能分,也可以按照控制规律分类,还有按照控制方式分类的。本书按照系统的功能和发展进程分类,计算机控制系统可以分为以下几种:

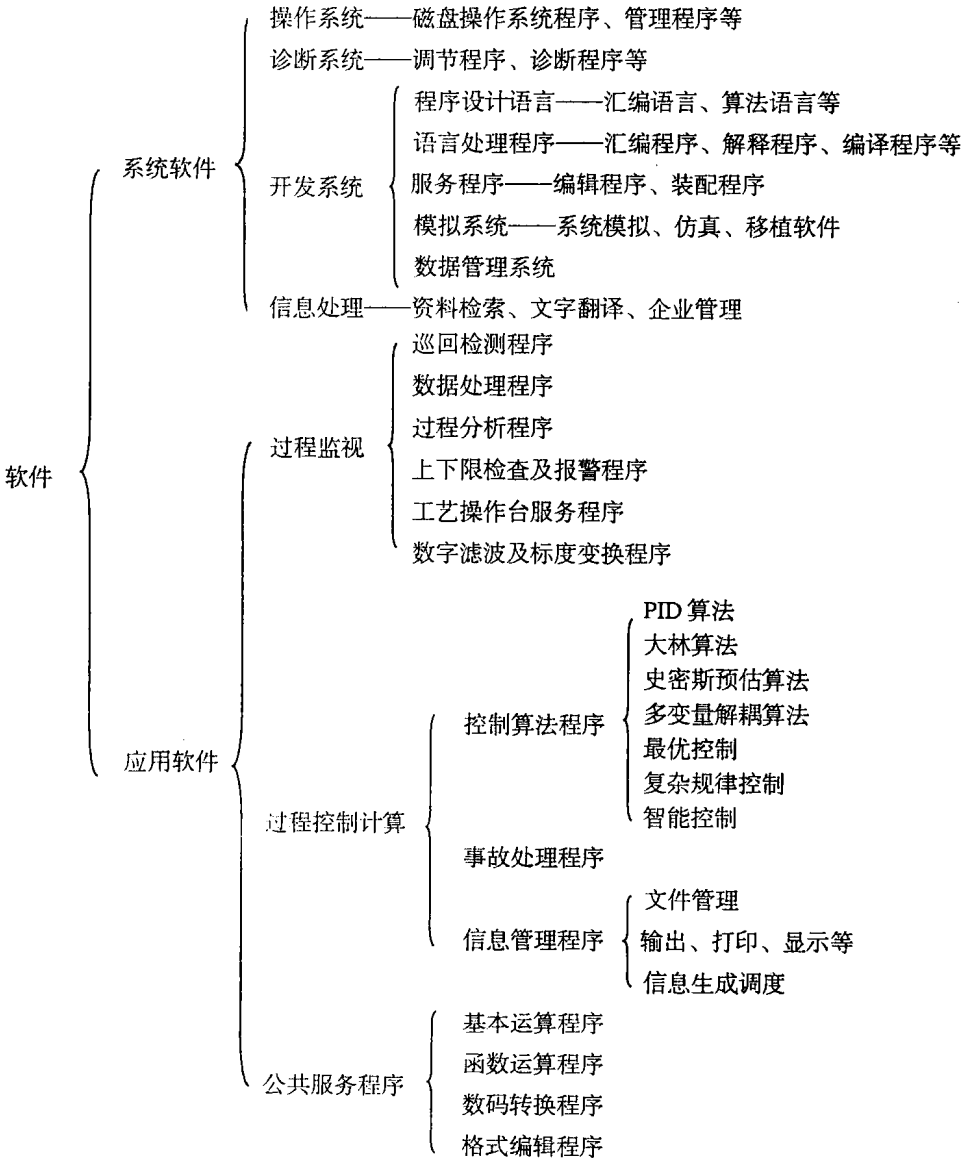
- (1)数据采集系统;
- (2)操作指导系统;
- (3)直接数字控制系统;
- (4)监督计算机控制系统;
- (5)计算机分散控制系统。

下面根据计算机控制系统的工作特点分别进行介绍。

1.4.1 数据采集系统

数据采集系统(Data Acquisition System ——DAS)是最早出现的一种计算机控制形式,如图 1-8 所示。这种系统通常应用于计算机控制的初级阶段,利用计算机对生产过程的各种参数进行巡回检测、处理、分析、记录、显示以及参数的越限报警,供生产人员参考、分析生产过程进展趋势。

表 1-1 计算机软件分类



随着计算机技术的发展,为充分利用计算机资源,单纯用于过程参数采集的计算机系统已经很少了。目前,这种数据采集系统是在特定的场合下应用,例如:作为主计算机

的重要组成部分，在主计算机的指挥下，定期采集生产过程的参数。

应当指出，在工业生产过程中，利用计算机进行检测处理，通常与生产过程关系密切，有较强的实时性，这是与企业管理用的大型数据处理系统不同的。

1.4.2 操作指导系统

操作指导系统(Operational Information System——OIS)是数据采集系统的发展，如图1-9所示。在这种系统中，计算机不仅能够提供现场的工况资料，而且能够根据现场测得的大量过程参数，按照预先建立的数学模型进行计算，向操作人员提供一些参考性数据，如控制器的整定参数、被调量的设定值等。操作人员根据计算机送来的参考数据，对生产过程进行管理和控制。可见，这种操作对指导控制系统起着积极的参谋作用。

显而易见，这是一种开环型结构。计算机的输出并不直接用来控制生产对象，而只是作为操作人员指导生产过程的参考，控制生产过程的各种命令还得由操作人员给出。

该系统最突出的优点是比较简单，且安全可靠。对于它给出的操作指导，操作人员可以根据自己的经验判断它是否合适，以便决定是否接收这种指导。由于人的参与，避免了危险。因此，这种控制系统特别适合于控制规律尚不清楚的生产过程，或用于试验新的数学模型和调试新的控制程序等。它的缺点是仍要人工进行操作，使得系统的控制变慢了，因为人的速度无论如何也赶不上计算机，而且不能同时操作几个回路，它相当于模拟仪表控制系统的手动与半自动工作状态。

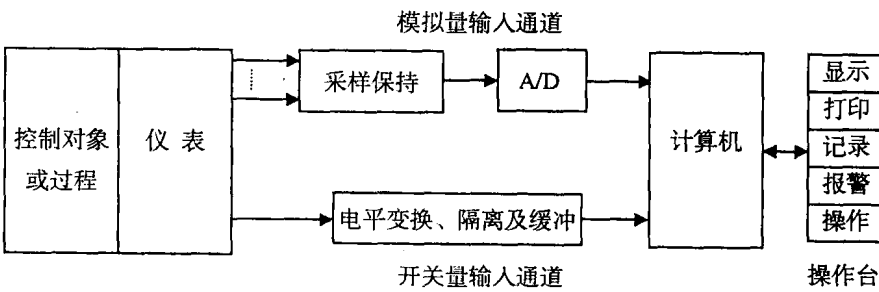


图 1-8 数据采集系统

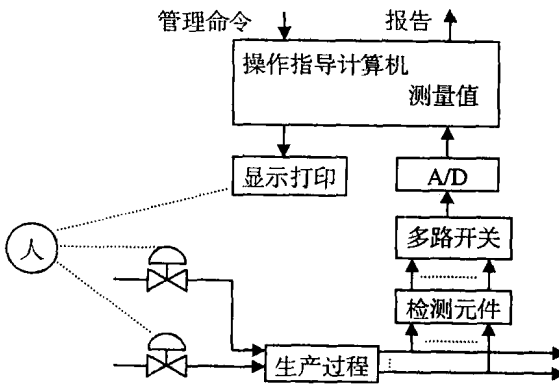


图 1-9 操作指导系统