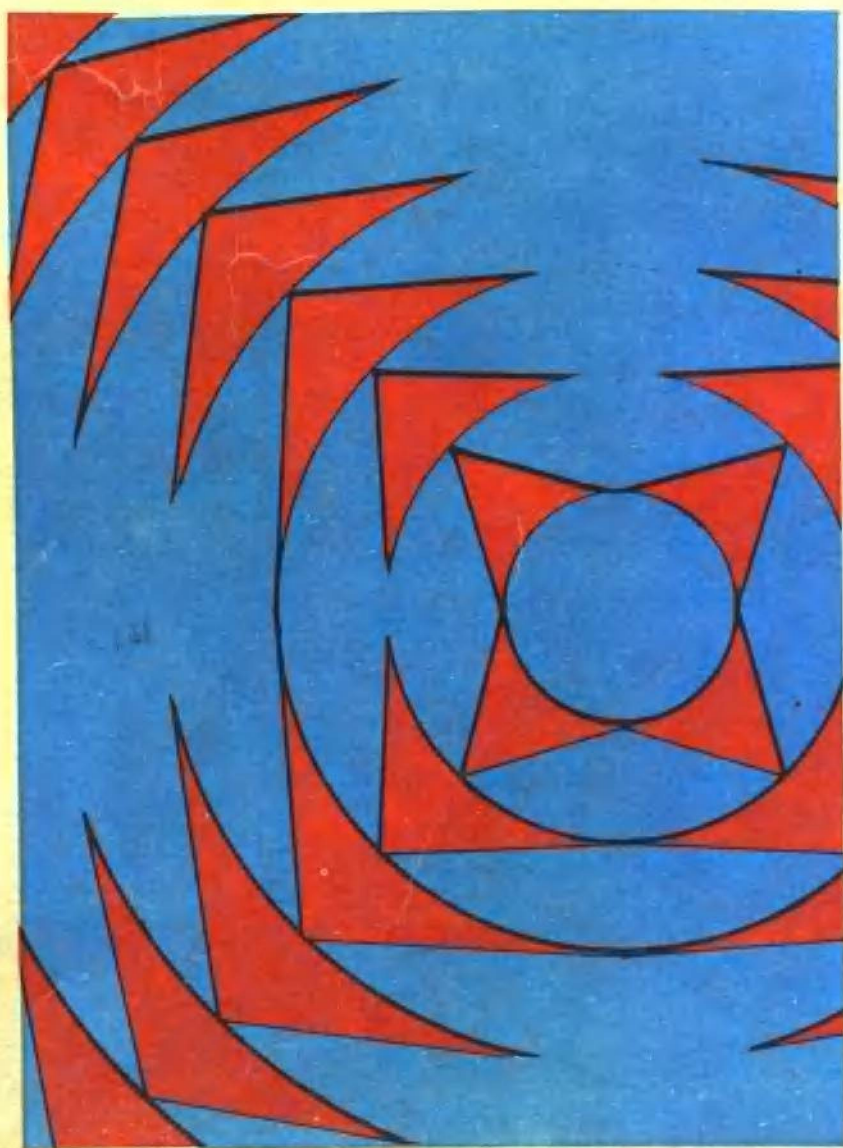


高等工科院校系列教材

微机控制技术

郭敬枢 庄继东 孔峰 主编



重庆大学出版社

微机控制技术

郭敬枢 庄继东 孔峰 主编

重庆大学出版社

序

近年来我国高等专科教育发展很快,各校招收专科生的人数呈逐年上升趋势,但是专科教材颇为匮乏,专科教材建设工作进展迟缓,在一定程度上制约了专科教育的发展。在重庆大学出版社的倡议下,中国西部地区14所院校(云南工学院、贵州工学院、宁夏工学院、新疆工学院、陕西工学院、广西大学、广西工学院、兰州工业高等专科学校、昆明工学院、攀枝花大学、四川工业学院、四川轻化工学院、渝州大学、重庆大学)联合起来,编写、出版机类和电类专科教材,开创了一条出版系列教材的新路。这是一项有远见的战略决策,得到国家教委的肯定与支持。

质量是这套教材的生命。围绕提高系列教材质量,采取了一系列重要举措:

第一,组织数十名教学专家反复研究机类、电类三年制专科的培养目标和教学计划,根据高等工程专科教育的培养目标——培养技术应用型人才,确定了专科学生应该具备的知识和能力结构,据此制订了教学计划,提出了50门课程的编写书目。

第二,通过主编会议审定了50门课程的编写大纲,不过分强调每门课程自身的系统性和完整性,从系列教材的整体优化原则出发,理顺了各门课程之间的关系,既保证了各门课程的基本内容,又避免了重复和交叉。

第三,规定了编写系列专科教材应该遵循的原则:

1. 教材应与专科学生的知识、能力结构相适应,不要不切实际地拔高;
2. 基础理论课的教学应以“必须、够用”为度,所谓“必须”是指专科人才培养规格之所需,所谓“够用”是指满足后续课程之需要。
3. 根据专科的人才培养规格和人才的主要去向,确定专业课教材的内容,加强针对性和实用性;
4. 减少不必要的数理论证和数学推导;
5. 注意培养学生解决实际问题的能力,强化学生的工程意识;
6. 教材中应配备习题、复习思考题、实验指示书等,以方便组织教学;
7. 教材应做到概念准确,数据正确,文字叙述简明扼要,文、图配合适当。

第四,由出版社聘请学术水平高、教学经验丰富、责任心强的专家担任主审,严格把住每门教材的学术质量关。

出版系列专科教材堪称一项“浩大的工程”,经过一年多的艰苦努力,系列专科教材陆续面市了。它汇集了中国西部地区14所院校专科教育的办学经验,是西

部地区广大教师长期教学经验的结晶。

纵观这套教材,具有如下的特色:它符合我国国情,符合专科教育的教学基本要求和教学规律;正确处理了与本科教材、中专教材的分工,具有很强的实用性;与出版单科教材不同;有计划地成套推出,实现了整体优化。

这套教材立足于我国西部地区,面向全国市场,它的出版必将对繁荣我国的专科教育发挥积极的作用。这套教材可以作为大学专科及成人高校的教材,也可作为大学本科非机类或非电类专业的教材,亦可供有关工程技术人员参考。因此我不揣冒昧向广大读者推荐这套系列教材,并希望通过教学实践后逐版修订,使之日臻完善。

吴云鹏

1993年
仲夏

前 言

自本世纪 70 年代诞生了微处理器以来,微处理器及微计算机的应用已直接影响到社会生产和生活的各个方面,也引起了自动化技术手段和工具的重大变革。由于微计算机具有强大的潜在能力,当前在设计和组成新的自动控制系统时往往优先考虑采用以微处理器为核心的控制装置,所以微计算机工业控制的基础理论和应用技术已成为与控制有关专业的学生不可缺少的知识。

本教材在编写过程中,编者力求遵循“必需、够用为度”、“知识与能力结构相适应、绝不可不切实际地拔高”、“注意加强针对性和实用性”、“强化工程意识”、“扩大学生视野”等编写原则。

本书共分 8 章,第一章介绍与微机控制系统有关的主要概念和微机控制系统基本组成,第二章到第七章讲述微机控制系统所用硬件、软件的基本知识、应用技术和系统设计基本方法,第八章是几个实例分析。各章均有小结、习题和思考题。

本书编写组由云南工业大学郭敬枢、兰州工业高等专科学校庄继东、广西工学院孔峰、四川工业学院董秀成、陕西工学院李祥芝等 5 位组成,郭敬枢担任主编,庄继东和孔峰担任副主编。第一、三、七章由郭敬枢编写,第二章由李祥芝编写,第四章由庄继东编写,第五章由董秀成编写,第六、八章由孔峰编写,郭敬枢负责全书统稿。全书由云南工业大学教授级高级工程师瓮志成担任主审,编写组全体同志参加汇审。本书吸取了全国各兄弟院校微机控制技术教材及有关资料的优点,西部地区工科院校系列专科教材各主编对本书的编写大纲提出许多宝贵意见,这里表示诚挚的谢意。由于编者水平有限,书中难免存在缺点和错误,恳切希望广大读者批评指正。

编者

1994. 4

第一章 微机控制系统的概述

第二次世界大战中后期,由于军事装备的需要,自动控制技术得到了飞速的发展。二次大战之后,电子计算机的出现,特别是到了 50 年代,人们就想把国防和电子技术这些新成就转用于工业,50 年代后期,这些成就在美国的化学工业中取得了一定程度的成功。70 年代初期,出现了微型计算机之后,随着系统硬件费用急剧下降、体积缩小、可靠性提高、运算速度加快以及较容易实现更先进和较复杂的控制算法,使计算机用于控制系统的技术更日趋成熟、广泛,同时它又促进了自动控制理论在深度和广度更进一步的发展,使计算机控制技术更趋于完善与深化,从单一过程单一对象的局部控制发展到对整个生产流程、整个车间甚至整个工厂的大规模复杂控制,并逐步向智能化方向发展。

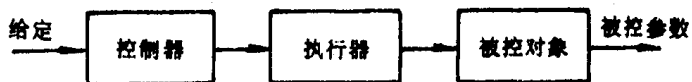
通过本章的学习,要求掌握微机控制技术中的开环、闭环、实时、在线、离线等一般概念;掌握微机控制系统的一般结构组成,建立对微机控制系统的总体认识,便于以系统为主线将在以后各章对系统各部分展开讨论;了解当前几种典型的微机控制系统的组成和特点。

§ 1-1 微机控制的一般概念

计算机控制技术是计算机技术与自动化技术相结合的应用技术,是计算机几大应用领域之一,在研究微机控制系统之前,先了解几个有关的概念,便于后面继续学习。

1. 微机的开环控制与闭环控制

从控制理论可知,如图 1-1 所示的系统,其控制器的输出只随给定值而变,与被控制对象的被控参数变化无关,这样的系统称为开环控制系统,如果需要调整被控参数,可人为调整给定值,改变控制器的输出,通过执行器动作位置的变化,达到改变被控参数的目的。



· 图 1-1 开环控制系统

但是在工业生产过程中,对于上述这种系统,往往因各种外界因

素的干扰,使被控参数偏离预定值(如电动机转轴转速随轴负荷的变化而改变、加热炉炉门的开闭和进料出料影响炉温的变化),又不能自动得到恢复,所以它的控制性能是比较差的。

如图 1-2 所示的系统,通过检测装置获取变化的被控参数信息,与给定值比较后成为误差信号,控制器按误差信号的大小产生相应的控制信号,自动调整系统的输出,使其误差趋向于零,这样便形成所谓闭环负反馈控制系统,即闭环控制是指系统输出对控制器控制作用产生影响的控制。

在常规的控制系统中,上述的控制器是用自动化仪表或其它控制装置来实现的,如果控制器用微机来代替,便构成微机控制系统了,所以微机控制系统也有开环控制与闭环控制之分。

值得一提的是后面将要讨论到的数据采集、数据处理系统,这种系统中的微机虽然直接与

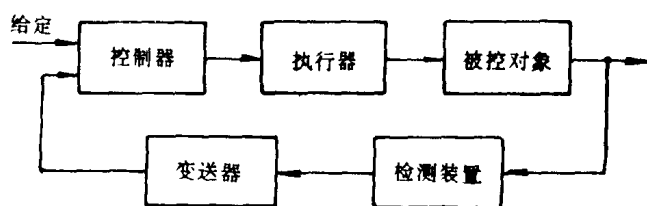


图 1-2 闭环控制系统

生产过程相联系,但它的基本任务是把生产过程参数经检测输送到微机中,微机对这些参数经过适当的处理后输出到显示器或打印机,供操作时参考。微机的输出与系统的过程参数输出有关,但并不影响或改变生产过程的参数,所以这样的

系统也可以说是一个开环系统,但不是开环控制系统。

微机有着高速运算、强大的逻辑判断和记忆的能力,用它来完成控制器输入输出关系的运算,只是执行事先编写好的控制程序便可实现,因而可灵活地完成各种复杂的控制算法,若要改变控制规律,只要修改控制程序即可。

在微机控制系统中,微机输入输出的信号都是数字量,被控对象的输入输出信号往往是连续变化的模拟量,为此在微机的信号输入和输出端需要设有模拟量与数字量之间信号形式转换的模/数(A/D(Analog/Digital)和数/模(D/A)转换装置。典型的微机控制系统框图如图 1-3 所示。

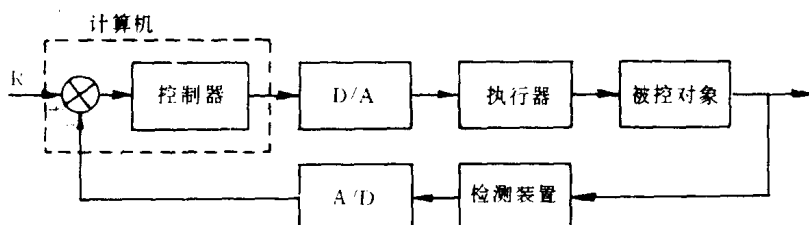


图 1-3 微机控制系统基本框图

2. 实时性

控制系统用的微机与科学计算用的微机有同样的基本硬件组成,亦需要有系统软件和应用软件来支持,但它们也有区别,其中最突出的一个不同点是控制用微机的操作具有实时性。“实时”含有及时、即时和适时的意思,或者说要求控制用微机能够在规定的时间范围内完成规定操作,否则把微机放在控制系统中将没有任何实际意义。微机控制操作的实时性主要包含以下 4 个方面的内容。

(1)实时数据采集。被控对象当前输出的信息(如温度、压力、流量、成份、速度、转速、位移量等)瞬间即逝,如不及时采集,便会丢失,所以应将他们转换为相应的模拟电信号,由微机随时对他们进行采样,并及时把这些采样结果存入内存。

(2)实时决策运算,采样数据是反映生产过程状态的信息,微机对它经过比较、分析、判断后,得出生产过程参数是否偏离预定值、是否达到或超过安全极限值等,即时按预定控制规律进行运算作出控制决策。

(3)实时控制。微机及时将决策结果形成控制量输出,作用于执行机构,校正被控对象参数。

(4)实时报警。如果被控对象参数超限或系统设备出现异常情况,微机应能及时发出声光报警信号,并自动地或由人工进行必要的处理。

实际上系统中的微机就是按顺序连续不断地重复以上几个步骤的操作,保证整个系统能

按预定的性能指标要求正常运行。

但是“实时”不等同于“同时”，因为从被控参数的采集到微机的控制输出作出反应，是需要经历一段时间的，即存在一个实时控制的延迟时间，这个延迟时间的长短，反映实时控制的速度，只要这一时间足够的短，不至于错过控制的时机，便可以认为这系统具有实时性。不同的控制过程，对实时控制速度的要求是不同的，即使是同一种被控参数，在不同的系统中，对控制速度的要求也不相同。例如电动机转速和移动部件位移的暂态过程很短，一般要求它们的控制延迟时间就很短，这类控制常称为快过程的实时控制；而热工、化工类的过程往往是些慢变化过程，对它们的控制属慢过程的实时控制，其控制的延迟时间允许稍长一些。

控制器的延迟时间在正常情况下包含数据采集、运算决策和控制输出 3 步所需时间之和，其中运算决策部分的延迟时间占的比例最大。为了缩短控制的延迟时间，应从合理选择控制算法、优化控制程序的编制、选用运算速度较高的微机等方面加以解决。

此外，要使微机控制系统具有实时性，在微机硬件方面还应配备有实时时钟和优先级中断信息处理电路，在软件方面应配备有完善的时钟管理、中断处理的程序，实时时钟和优先级中断系统，这是保证微机控制系统实时性的必要条件。

3. 在线与离线

在微机控制系统中，若微机的输入输出端是直接与被控对象连接起来，直接交换信息，而不通过其它中间记录介质如磁带等来传递，微机的这种工作方式称为“在线”方式或“联机”方式；若微机不直接对生产装置进行控制，而将其输出信息先记录在某种记录介质上，再由人来联系，按照记录信息完成相应的控制操作，这种工作方式称为“离线”方式或“脱机”方式。离线方式显然是不能达到实时控制的目的。由此可见，要使系统具有实时性，就必需要求计算机以“在线”方式工作，不过应注意到计算机以“在线”方式工作不等于说该系统就是一个实时控制系统，例如数据采集系统中的计算机，它虽然直接与生产装置连接及时采集系统的输出数据，但不要求它对生产装置进行直接的控制，所以这种系统的计算机是“在线”，但并非完全“实时”。

§ 1-2 微机控制系统的一般组成

随着被控对象的不同，完成控制任务的不同，对控制要求的不同，使用设备的不同，各个微机控制系统的具体组成是千差万别的，但是从原理上说，它们都有其共同的结构特点。本节主要介绍一般微机控制系统所包含的硬件和软件组成，为后面的详细讨论打下基础。

§ 1-2-1 硬件组成

微机控制系统的硬件一般由生产过程、过程通道、微型计算机、人一机联系设备、控制操作台等几部分组成，如图 1-4 所示，各部分简要说明如下。

1. 主机

包括中央处理器 CPU、存储器 ROM、RAM 和系统总线在内的几部分称为主机，它是整个系统的核心部分，它主要是执行人们预先编制好并存放在存储器的程序，收集从工业生产过程

送来的过程参数,并进行处理、分析判断和运算,得到相应的控制信息,用它输出到工业生产过

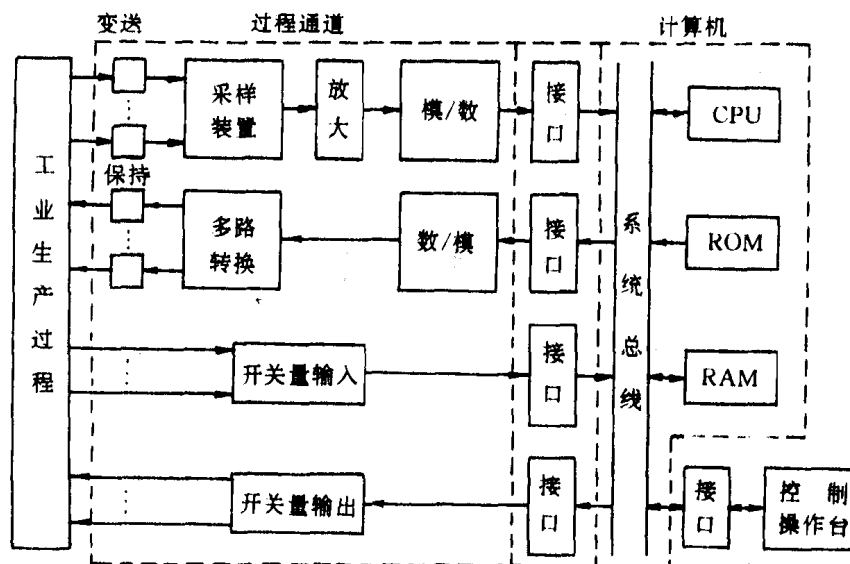


图 1-4 微机控制系统的一般组成

程,使过程参数趋于预定数值。控制程序反映控制器输入输出之间的数学关系。主机起动后,便从存储器逐条取出程序指令并执行。该程序被连续重复地执行着,于是便能对生产过程按一定的规律连续地进行控制。

2. 过程通道

过程通道是主机与工业生产过程交换信息的通道,是微机控制系统按特殊要求设置的部分。按传送信号的型式可分为模拟量通道和开关量通道,按信号传送的方向可分为输入通道和输出通道。

生产过程的被控参数一般为连续变化的非电物理量,在模拟量输入通道中先用传感元件把它转换成连续变化的模拟电量,然后用模/数转换器转换成微机能够接受的数字量;计算机输出的数字量往往要经过数/模转换器转换成连续的模拟量,去控制可连续动作的执行机构。此外还有开关量形式的信号,它将通过开关量输入输出通道来传送。因此,过程通道有:模拟量输入通道、模拟量输出通道、开关量输入通道和开关量输出通道。下一章将较详细介绍这几种通道。

通道入口的传感变送设备和出口的执行设备等自动化仪表,不再在本课程内讨论,但从事微机控制系统工作的人员可参考其相关资料,应熟练地掌握它。

3. 接口

接口是通道与微机之间的中介部分,经接口联系,通道便于接受微机的控制(能直接接受微机控制的通道也可以不通过接口联系),使用它可达到由微机从多个通道中选择特定通道的目的。

系统所用的接口通常是通用的数字接口,其中分为并行接口、串行接口和脉冲列接口。目前各种型号的CPU均有其配套的通用可编程接口芯片,这些接口芯片使用方便灵活。为了能用好各种接口,我们要充分了解和掌握更多的通用集成接口芯片。

4. 控制操作台

控制操作台是人与计算机控制系统联系的必要设备。在操作台上随时显示或记录系统的当前运行状态和被控对象的参数,当系统某个局部出现意外或故障时,也在操作台上产生报警信息。操作人员在操作台上可修改程序或某些参数,也可按需要改变系统的运行状态。运行操作台应包括以下几方面的设备:

(1)CRT 屏幕显示器或 LED 数码显示器、打印机、记录仪等输出装置。

(2)键盘、功能控制按钮或扳键等输入装置。

(3)微机的外存储器,如磁盘机、磁带机等。

(4)状态指示和报警指示的指示灯和声报警器。

控制操作台实际是把主机的控制台和系统的控制台结合在一起,必要时也可以将二者分开。

控制操作台上的各个设备都需要各自的接口与主机相连接,在主机内部也需要配置相应的软件对各个设备进行管理,这样操作人员才有可能利用操作台上的设备与控制系统联系。

§ 1-2-2 软件组成

从微机原理可知,微机的操作功能除了与微机硬件有关外,还有赖于它是否配置完善的软件。微机控制系统的运行也不例外需要软件来支持。

微机软件分系统软件和应用软件两大类,系统软件是微机操作运行的基本条件之一,由于微机系统硬件发展很快及应用领域的扩大,系统软件的发展也很迅速。

应用软件按照对系统功能要求和完成任务的不同而有所不同,通常由用户来编写。控制系统中的应用软件主要是直接控制软件,其质量的好坏直接影响控制系统的控制效果。

控制软件包括对系统直接监测、控制作用的前沿程序;包括人一机联系、对外围设备管理作用的服务性程序;还有与控制关系不大的例如保证系统可靠运行的自检程序之类的后沿程序。

微机执行程序需要时间,若要为快过程(如电动机)的控制系统编写控制程序,务必注意它执行时间的长短,保证控制系统的实时性。

此外,要充分使用系统程序为控制系统服务,以减少应用程序的编制工作量。

§ 1-3 几种典型微机控制应用系统的组成形式及其功能特点

在工业生产上用到的计算机控制系统,其具体组成、硬件部件和软件系统,都因使用的目的、对功能的要求和投资的多少而各不相同。现就系统功能、使用目的介绍几种常见的典型应用系统。

§ 1-3-1 数据采集和数据处理系统

数据采集和数据处理系统从功能上说,主要是对生产现场随时产生的大量数据(如温度、压力、流量、成份、速度、位移量等)进行巡回检测、收集、记录、统计、运算、分析、判断等处理。最

后由显示器或打印机列出其结果,供操作人员掌握和分析生产情况,如遇到某个参数超限,操作人员还可及时处理,但它并不直接控制生产过程。

这种系统除了可取代大量常规的显示和记录仪表、对整个生产过程进行集中监视外,若将采集到的数据经过计算机必要的加工处理后,还可作为指导生产过程的人工操作信息。

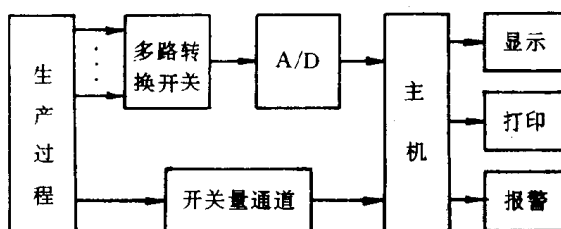


图 1-5 数据采集、数据处理系统硬件组成原理框图

数据采集和数据处理的硬件组成原理框图如图 1-5 所示。按这类系统功能的要求,硬件系统中主机与生产过程只通过模拟量输入通道和开关量输入通道来联系,一般不需要输出过程通道。在软件系统方面,它除了有控制数据输入的程序外,还要有与功能要求相适应的数据处理程序。

§ 1-3-2 直接数字控制系统

直接数字控制 DDC(Direct Digital Control)系统是工业生产计算机控制系统中用得最广泛的一种系统应用形式。这类系统中的计算机除了经过输入通道对多个工业过程参数进行巡回检测采集外,它还代替模拟调节系统中的模拟调节器,按预定的调节规则进行调节运算,然

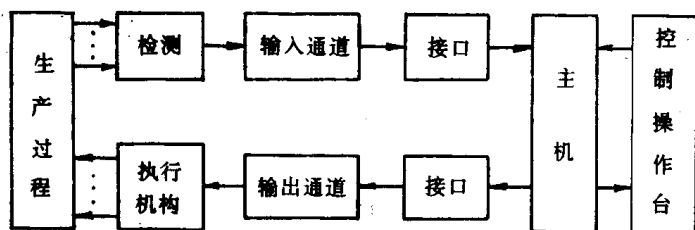


图 1-6 直接数字控制系统硬件组成原理框图

后将运算结果通过过程输出通道输出并作用于执行机构,以实现多回路调节的目的。

直接数字控制系统的硬件组成原理框图如图 1-6 所示。系统中除了输入输出过程通道外,一般还有一个功能较强的控制操作台,在操作台上可调整被控制参

数的给定值、显示或打印采样值,声光报警装置也在操作台上。

直接数字控制系统可实现常规的 PID(比例、积分、微分)调节,也可实现其它复杂或先进的调节规律,调节规律的改变只需变换控制软件。不同的是硬件部分除按需适当增减通道的数量外,一般不需作大的变动,所以使用比较灵活。显然 DDC 系统是一个“在线”的实时闭环控制系统。后面有关章节将较详细介绍这种形式的系统。

§ 1-3-3 监督控制系统

监督控制系统 SCC(Supervisory Computer Control)的硬件组成原理框图如图 1-7 所示。在这类系统中,生产过程的闭环自动调节是依靠模拟调节器(图 1-7(a))或 DDC 微机(图 1-7(b))来完成,SCC 微机的输出作为模拟调节器或 DDC 系统的设定值,这一设定值将根据采集到的生产过程工艺信息,按照预定的数学模型或用其它方法所确定的规律进行自动修改,使生

产过程始终在最优的工况(高质、高效、低耗)下运行。

模拟调节器或 DDC 微机直接面向生产过程, SCC 微机是面向模拟调节器或 DDC 微机, 也就是说, 含有 SCC 的系统至少是一个两级控制系统。一台 SCC 微机可监督控制多台 DDC 或模拟调节器, 这种系统具有较高的运行性能和可靠性。

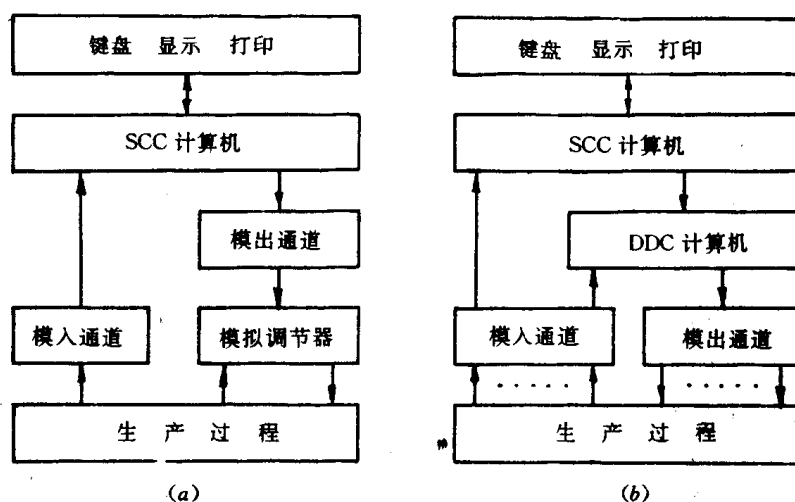


图 1-7 监督控制系统组成原理框图

§ 1-3-4 集散控制系统

随着微机控制系统应用的发展,到了 70 年代中期出现了一种称为综合分散型控制系统 TDC (Total-Distributed Control system), 也称分级分布式控制系统, 简称集散系统, 它是计算机、控制器、通讯和显示(四 C)技术相结合的产物, 多台以微处理器为核心的控制器分散于整个生产过程各部分, 整个系统采用单元模块组合式结构, 各单元用通讯线路连接成一个整体, 不同的系统可用不同的模块来组合以适应不同的要求。但整个系统一般总是由实现 DDC

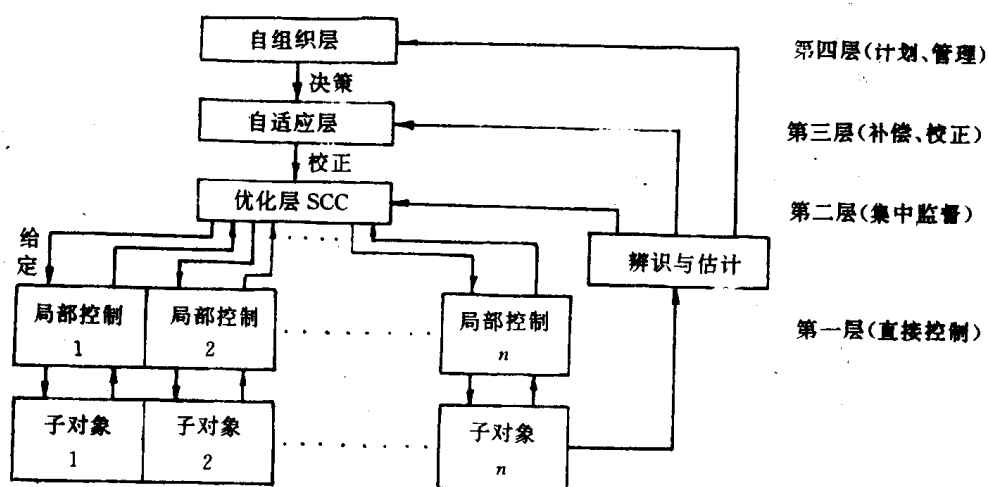


图 1-8 集散控制系统组成框图

局部控制的基本控制器、实现监督控制的上级监督控制计算机及控制操作台等组成。它可使整条生产线或整个车间达到全自动控制的目的。集散控制系统的组成框图如图 1-8 所示。图 1-8 中的局部控制均以微处理器为核心的 DDC 控制,各控制器通过外部数据通讯线路与上级 SCC 微机及控制操作台联系,控制操作台也是以微处理器为核心的装置。系统应用的层数可按需确定,目前较普遍地采用第 1、第 2 两层组成的系统。

集散系统有系统组成灵活、操作方便、能实现集中控制和可靠性高等优点。目前许多国家都陆续推出了类似的系统产品,我国也在通过引进技术和自行研制相结合,开展集散系统的生产和推广使用工作,不久的将来,这类系统必会在我国得到广泛的应用。

§ 1-4 微机控制的发展趋势

随着企业生产规模的逐步扩大,对生产过程自动化各项指标的要求愈来愈高,系统向着更加复杂、更加高级的方向发展,但对其工作可靠性的保证有着更高的要求。

当前,计算机科学技术和自动控制理论的成就有力地推动了计算机控制技术的向前发展,不论在运动控制方面还是在过程控制方面,计算机控制将会逐步替代往日常规的模拟控制。

自从微计算机的出现,由于其体积减小、成本大幅度下降、可靠性不断提高,改变了以往只使用由一个 CPU 组成的装置实现对多个回路自动控制的概念。人们通过实践发现,生产过程中的每一个局部使用各自独立的带 CPU 的控制单元来完成其自动控制作用,其控制功能会得到加强,工作更加可靠,维修更加方便,性能价格比会得到提高,这就是分散型微机控制系统的设计思想。这一设计思想已得到了愈来愈多的人所接受。

分散型微机控制系统虽然能完成生产过程各个局部的控制作用,但是各单元之间并无直接的联系,于是人们又使用一台档次较高的上位计算机对各分散的下位控制单元进行统一的管理,上位机根据接收到各下位控制单元送来的数据,经过分析和处理后对下位控制单元进行监督控制,实现对整个生产过程控制的协调和优化。上位机必要时还可以对生产过程进行编制计划,对原材料及能源的调度、成本核算、库存管理、打印统计报表等管理工作,这一系统结构形式就是上面介绍过的综合分散型系统。这种结构方案 80 年代在国外已成为系统设计思想的潮流。到了 90 年代国内在设计较大的系统时都肯定了这一系统结构原则。

由于微机控制系统的集散化,解决上、下位机之间的数据通讯就自然成为当前课题。计算机的数据高速传送技术、计算机局部网络技术、光纤通讯技术将逐步进入微机控制的应用领域,这样,就能进一步促进生产管理的微机化、规范化和科学化,使工厂各生产职能部门能够利用计算机终端通过电话线路或光纤通讯线路与微机控制系统联网,随时从公用数据库中了解、分析生产情况,便于对下一步的生产和技术改造进行决策,有利于提高生产率、提高产品质量、降低原材料和能量消耗、减小环境污染。

近年来,自动控制理论的自校正控制、自适应控制、模糊控制、最优控制等理论的新成就将逐步在微机控制系统中得到实际应用,以 PID 控制为主的控制规律一统生产过程控制的局面将逐步得到改变,使微机控制更加智能化,人们参与控制过程的作用逐步在减少,逐渐达到真正全自动的境界。

今后,微机控制系统会在计算机结构和数据通讯技术中充分应用容错技术、冗余技术、自

诊断技术和自纠错技术,使系统可靠性得到不断的提高,这些技术在指导微机控制系统的设计工作中将起到愈来愈重要的作用。

总之,微机控制技术在计算机科学和自动控制理论的支持和推动下,今后将会以更高的速度向前发展,它的工作性能和工作可靠性将会有更大幅度的提高。可以预料,在自动控制领域中,微机控制会起到愈来愈重要的作用,占有愈来愈重要的地位。

本章小结

本章首先介绍计算机的开环闭环控制、实时性、在线与离线的基本概念,为了建立对微机控制系统的总体认识,以及为后面各章节对系统的各主要组成部分深入一步讨论,还介绍了计算机控制系统的总体结构、各部分的基本作用,及目前常用到的几种典型系统。其中数据采集数据处理是计算机在工业控制应用的基础,DDC 系统是计算机控制系统最基本的系统型式。

通过本章的学习,应对微机控制系统有一个初步的理解和认识。

习题和思考题

1. 计算机在计算机控制系统中的主要任务是什么? 它的输入信息来自哪里? 其输出信息又作用于什么地方?
2. 什么是计算机控制的实时性? 为什么要强调它的实时性? 实时与同时有什么区别?
3. 要使计算机在控制系统中有实时控制作用,必须具备哪些基本条件?
4. 计算机在控制系统中“在线”操作与“离线”操作的区别是什么?
5. 计算机控制系统的硬件一般有哪几大主要组成部分? 各部分是怎样互相联系的? 其中过程通道在系统中起着什么作用? 有几种基本类型?
6. 数据采集、数据处理系统的基本功能是什么,它属于开环系统吗?
7. 直接数字控制系统的硬件由哪几部分组成? 它的基本功能是什么? 它的软件承担什么任务? 它与监督控制系统的根本区别在哪里?

第二章 输入输出过程通道

§ 2-1 概 述

在微型计算机控制系统中,输入输出过程通道是研究微处理器和各种被控制对象之间如何实现信息交换的技术。为了实现对生产过程的控制,要将生产现场的各种被测参数按要求的的方式送入微型计算机,经过运算、处理之后,将结果以数字量的形式输出,此时,也要把该输出转换为适合于对生产过程控制的量。所以,在计算机和生产过程之间,必须设置信息的传递和变换的连接装置,这种连接装置称为输入输出过程通道。它们在微型计算机和生产过程之间起着桥梁和纽带的作用,是组成计算机控制系统的重要组成部分;而且它能给人们提供一种按用户意愿以较高效率来完成彼此间信息交换任务的手段。利用它与微机一起,人们可以灵活地配置自己的微机控制系统。

微型计算机控制系统在运行时,信息的输入输出是相当频繁的。因此,如何提高输入输出信息的效率,如何使微处理器适应各种控制对象的要求,使整个微型机系统工作灵便、高效,是设计和使用微型机系统所必须考虑的问题。也就是说,输入输出技术的优劣,将直接影响到整个控制系统的性能和效率,为此,必须认真研究与此有关的问题。

控制对象种类繁多,原理也各不相同,有机械式的、机电式的和电子式的等等。其输入输出信号有的是数字信号,有的是模拟信号,信号的变化范围不尽相同,信号传送的速率也相差很大,而且有的控制对象所采用的数据形式和微型机内部的数据形式不同,但是它们在与主机交换信息方面有共同特点,即工作速度比主机慢得多,相差几个数量级,所以被控对象和 CPU 处于异步工作状态。这样,在设计微型机控制系统时,必须考虑和解决如下问题:

- (1)输入输出信号形式的转换问题;
- (2)速度匹配问题;
- (3)两个异步工作的系统之间的同步和通信联络问题;
- (4)必要时实现串/并转换或并/串转换、电平变换、信号放大等问题。

输入输出过程通道就是为解决上述 4 个问题而设计的电路连接装置。

过程通道的设计中,主要使用的电路有两种类型:

- (1)通用接口电路有并行 I/O 接口、串行 I/O 接口、中断管理接口、直接存储器存取(DMA)管理接口、计数器/定时器接口和键盘显示接口等。
- (2)专用的通道电路主要有模/数转换器、数/模转换器、输入输出多路转换器等。

由于大规模集成电路技术的发展,上述通道电路大都制成了通用的集成电路芯片,因而大大简化了过程通道电路的设计。其中通用的接口电路芯片大多是可程序的 I/O 接口,芯片中备有控制部件,用以接受来自 CPU 的指令,根据其装入的数据(指程序),即可管理相应的

输入输出,使用十分方便。

本章将介绍过程通道的一般结构组成,通道主要组成部分中的数字输入输出接口的接口方法,以及过程通道中主要部件如多路转换装置、采样保持器、数/模和模/数转换器等的工作原理及应用。

§ 2-2 过程通道的一般结构形式

过程通道包括模拟量输入通道、模拟量输出通道、数字量输入通道和数字量输出通道。

要用微型计算机实现对生产过程的控制,就必须对它的运行状态进行检测。模拟量输入通道和数字量(或开关量)输入通道就是为此目的而设置的两种检测通道。生产过程的被调参数(一般包括温度、压力、流量、位移、速度、液面高度等等)一般都是随时间连续变化的非电物理量,通过检测元件和变送器把它们转换为模拟电流或电压。由于计算机只能识别数字量,故模拟电信号必须通过模拟量输入通道转换为相应的数字信号,才能送入计算机;而生产现场的两态开关、电平的高低、脉冲量等数字或开关信号,则应通过数字量输入通道输入计算机。

计算机控制生产现场的控制通道也有两种,即模拟量输出通道及数字量输出通道。计算机输出的控制信号是以数字形式给出的,有的执行元件要求提供模拟的电流或电压,故应采用模拟量输出通道来传送;有的执行元件只要求提供数字量(或开关量)信号,故应采用数字量输出通道。

可见,过程通道是计算机和工业生产过程(控制对象)相互交换信息的桥梁。

§ 2-2-1 模拟量输入通道的结构形式

模拟量输入通道根据应用要求的不同,可以有不同的结构形式。

1. 一个通道设置一个 A/D 转换器

如图 2-1 所示。图中 A/D 转换器是将模拟量转换成数字量的装置,也是模拟量输入通道的关键性部件。当被测信号变化较快时,往往要求通道比较灵敏,而模/数转换过程要花一定的时间才能完成,转换过程終了所得的数字量不再是对应于发出转换命令那一瞬间所要转换的数据电平,因而会带来一定的转换误差。图 2-1 中的采样保持器就是用来对变化的模拟信号进行快速“采样”,并在转换过程中“保持”该信号,以减少转换过程所造成的误差。

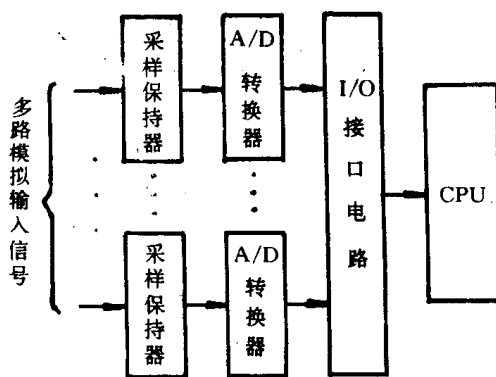


图 2-1 一个通道设置一个 A/D 转换器结构框图

由于这种结构形式是在每一个通道上都有独自の采样保持器和 A/D 转换器,所以允许各个通道能同时工作。这种结构通常用于高速系统,特别适用于需要同时得到描述系统性能各项数据的系统中。其特点是速度快、工作可靠,即使某一个通路有故障,也不会影响其它通路的工作。如果通道的数量很多,要使用较多的采样保持器和 A/D 转换器,使成本较高。

2. 多个通道共享一个 A/D 转换器

图 2-2 是多个通道共享一个 A/D 转换器的结构框图。图中的多路或随机地转换开关是分时将各路模拟信号按顺序或随机地通过采样保持器传送到共用的 A/D 转换器。

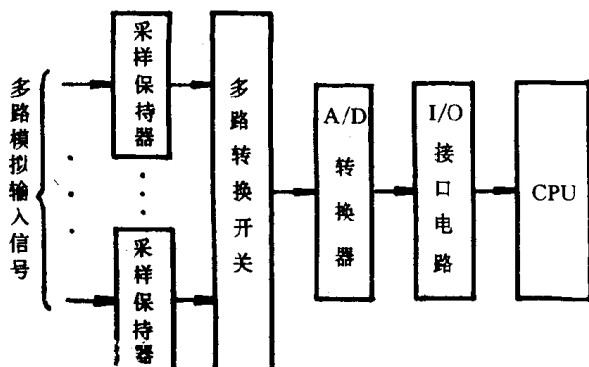


图 2-2 多通道共享一个 A/D 转换器结构框图

这种结构因共用一个 A/D 转换器，每路的转换只能顺序进行，显然工作速度较慢，可靠性也不高，但可节省硬件设备。由于采用了多个采样保持器，捕捉时间可以忽略。

3. 多个通道共享采样保持器和 A/D 转换器

图 2-3 是多个通道共享采样保持器和 A/D 转换器的结构框图。这种结构形式较

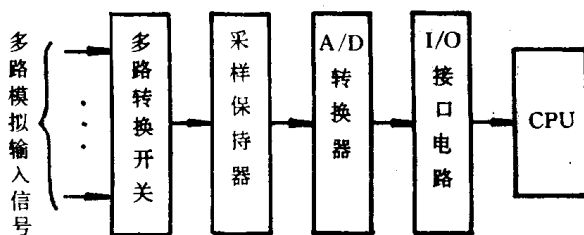


图 2-3 多通道共享采样保持器和 A/D 转换器结构框图

以上两种多通道形式的速度更慢，但可节省硬件，可靠性也较差。由于采用了公用的采样保持器，因此在启动 A/D 转换前，必须考虑采样保持器的捕捉时间，只有当保持电容器的充放电过渡过程结束后才允许启动 A/D 转换电路。

4. 模拟量输入通道的一般结构

图 2-4 是多路模拟量输入通道的一般组成原理框图。由图可知，模拟量输入通道一般由信号处理、多路转换开关、放大器、采样保持器和 A/D 转换器等组成。

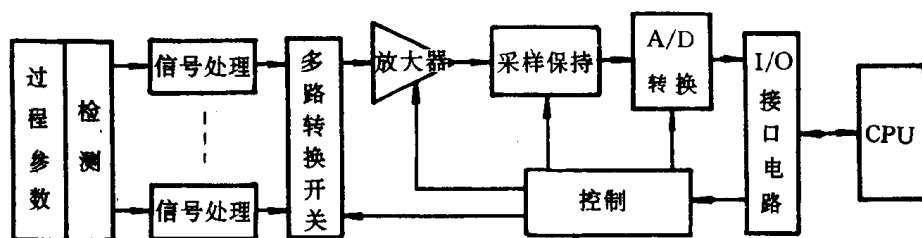


图 2-4 模拟量输入通道的一般结构

其中信号处理根据需要可包括信号放大、信号滤波、信号衰减、阻抗匹配、电平变换、非线性补偿、电流/电压转换等功能。

放大器是用来把传感器送来的信号从毫伏电平按比例地放大到典型的模/数转换器输入电平(如满刻度为 10V)，可选用一个具有适当闭环增益的运算放大器。如果各信号源的信号幅值相差悬殊，可采用增益可控的可程序放大器，它的闭环增益由计算机控制。当信号源和模/数转换器之间因两点接地而存在地电位差，会给系统带来干扰。这时，需要采用仪表放大器或隔离放大器。仪表放大器的特点是：共模抑制能力强、输入阻抗高、低漂移、增益可调。隔离放大器的主要作用是：隔离放大测量高共模电压下的低电平信号、消除各种干扰引起的误差、避免寄生拾取、保护应用系统电路等。