

微型计算机控制技术

张国范 顾树生 编著



A1012864

东北大学出版社

图书在版编目 (CIP) 数据

微型计算机控制技术/张国范, 顾树生编著. —沈阳: 东北大学出版社, 2001.4 (2002.9 重印)

ISBN 7-81054-242-7

I. 微… II. ①张… ②顾… III. 微型计算机-控制系统 IV. TP273

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2001) 第 21093 号

内 容 简 介

本书对微型计算机控制技术作了全面系统地、由浅入深地阐述。内容包括: 微型计算机控制系统的一般概念、组成与分类, 过程通道, 并配有 C 语言程序, 理论分析方法, 数字控制器的模拟化设计方法与直接设计方法, 基于状态空间的极点配置方法, 微机控制系统设计及集散控制系统等。本书所列举工程实例的硬件、软件都有通用性与实用价值。章后附有习题、思考题和部分习题参考答案。

本书可作为高等院校自动控制、工业企业电气自动化、计算机应用等专业高年级本科生或研究生的教材或参考书。由于本书采用由浅入深、循序渐进的写法, 而且每章有一定的独立性, 因此本书也适用于多层次教学, 也可供从事微型计算机应用与自动化工作的技术人员参考。

©东北大学出版社出版

(沈阳市和平区文化路 3 号巷 11 号 邮政编码 110004)

电话: (024)83683655

传真: (024)83680265

网址: <http://www.neupress.com> E-mail: neuph@neupress.com

东北大学印刷厂印刷

东北大学出版社发行

开本: 787mm×1092mm 1/16

字数: 393 千字

印张: 15.75

印数: 3001~4000 册

1997 年 6 月第 1 版

2002 年 9 月第 3 次印刷

责任编辑: 秦振华 何永连

责任校对: 米 戎

封面设计: 唐敏智

责任出版: 秦 力

定价: 28.00 元

前 言

本教材按照全国高等院校工业自动化专业教学指导委员会《微型计算机控制技术》课程教材编写基本要求的汇总稿编著而成。1993年3月与1995年8月,作为内部教材已使用两轮,通过教学实践,师生反映较好,经校教材办公室组织评选为重点教材。我们在总结前两轮教材工作与科研成果的基础上,根据教育改革与电子工业的飞速发展,以及计算机不断更新换代,修改了原来材料的部分内容,使内容与时代同步或处于领先地位。

本书全面系统介绍了微型计算机控制技术,全书共八章。第一章介绍计算机控制系统的一般概念、组成与类型。第二章介绍通道交换信息种类和方式、开关量输入输出、模拟量输入输出、抗干扰措施,并以IBM—PC兼容工控机为例,组成一个完整的硬件、软件系统,将这一章的内容加以总结。图中给出真实的元器件型号、管脚号、数值等,软件配以现代适用的C语言程序。第三章介绍了离散控制系统的理论分析方法,包含 Z 变换、采样定理、脉冲传函及极点位置与暂态响应的关系。第四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。第五章介绍最少拍无波纹系统的控制器设计及大林算法。第六章介绍状态变量反馈和极点配置的基本概念、连续状态方程的离散化、按极点配置设计观测器与控制器。第七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,并通过一个8098CPU组成的双闭环直流调速系统,使读者能够了解如何设计一个计算机控制系统。第八章介绍集散系统的结构特点、数据通讯基础、通讯网络、过程控制级、生产管理和经营管理级的硬件结构、现场控制站、操作站软件系统和工程实例。

为了便于教学,本书配有适量的例题,并附有习题与思考题,以及部分习题答案。本教材参考学时数为70学时,包括8学时实验、10学时课程设计。使用时也可根据教学计划与专业不同要求进行安排,部分内容可自学。

本教材由东北大学张国范编写第一、二、三、四、五章,顾树生编写第六章,赵姝颖编写第七章,辽宁工学院王建编写第八章。张国范统编全书。在编写过程中,东北大学自控系的李继学、王剑、胡良、王福利及全系许多关心这本书的老师都为本教材提出过许多宝贵意见,顾树生主审全书。教材科曹克颖给予了热情的帮助,在此致以衷心的感谢。

由于编者水平有限,书中难免存在错误与缺点,诚恳希望读者批评指正。

编者于东北大学

1997年1月

目 录

第一章 微型计算机控制技术概述	1
第 1 节 计算机控制系统基本概念.....	1
第 2 节 计算机控制系统的组成.....	4
第 3 节 计算机控制系统的基本类型.....	5
第二章 过程通道	10
第 1 节 概 述	10
第 2 节 通道交换信息种类与方式	11
第 3 节 通道地址译码方法	14
第 4 节 开关量输入输出通道	18
第 5 节 模/数转换通道.....	23
第 6 节 数字滤波方法	35
第 7 节 数/模转换通道.....	37
第 8 节 设计举例——IBM—PC 及兼容工控机组成的通用控制系统	40
第 9 节 过程通道的抗干扰措施	50
第三章 计算机控制系统的理论分析方法	56
第 1 节 信息变换原理	56
第 2 节 线性常系数差分方程	67
第 3 节 Z 变换	70
第 4 节 用 Z 变换求解差分方程	81
第 5 节 脉冲传递函数	83
第 6 节 用脉冲传函求解离散系统过渡过程	89
第 7 节 线性离散控制系统稳定性分析	90
第 8 节 线性离散控制系统的稳态误差	95
第四章 数字控制系统的模拟化设计方法	98
第 1 节 概 述	98
第 2 节 模拟量校正装置的离散化方法	99
第 3 节 数字 PID 控制算法	104
第 4 节 Smith 预估控制	121

第五章 数字控制器的直接设计方法	126
第1节 最少拍计算机控制系统设计	126
第2节 最少拍无波纹计算机控制系统设计	136
第3节 对象有纯滞后特性时的数字控制器设计	144
第4节 数字控制器 $D(Z)$ 的程序实现	150
第六章 基于状态空间模型的极点配置设计法	157
第1节 状态变量反馈和极点配置的基本概念	157
第2节 连续状态方程的离散化	160
第3节 全部状态可测时按极点配置设计系统	162
第4节 按极点配置设计观测器	166
第5节 控制器的设计	170
第6节 随动系统的设计	171
第七章 微型计算机控制系统设计	173
第1节 微型计算机控制系统设计的要求和特点	173
第2节 微型计算机控制系统设计的一般步骤	175
第3节 微型计算机控制系统设计实例	177
第八章 集散计算机控制系统	194
第1节 集散计算机控制系统综述	194
第2节 集散计算机控制系统的通信网络体系	199
第3节 集散计算机控制系统的硬件结构	210
第4节 集散计算机控制系统的软件系统	218
第5节 集散系统应用实例分析	222
附录一 习题与思考题	236
附录二 部分习题参考答案	242

第一章 微型计算机控制技术概述

微型计算机控制技术的发展与计算机技术的发展紧密相连。计算机发展初期，其可靠性极差、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。这样，才使计算机有可能应用于生产过程的实时控制。

微型计算机控制技术的发展大体上经历了这么三个阶段。50年代的起步阶段，60年代的试验阶段，70年代以来的推广和分级控制阶段，特别是随着大规模集成电路的发展，微型计算机具有可靠性强、体积小、价格便宜、使用灵活方便，为集散型控制创造了良好条件。

目前，计算机技术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，微型计算机控制技术将成为生产过程的主要手段。

第1节 计算机控制系统基本概念

凡是利用计算机参与生产过程控制的系统，被称为计算机控制系统。在计算机参与以前，人们利用常规的模拟量控制系统来实现生产过程自动化。随着生产向连续化、大型化发展，对自动化的要求越来越高，而常规的模拟量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。

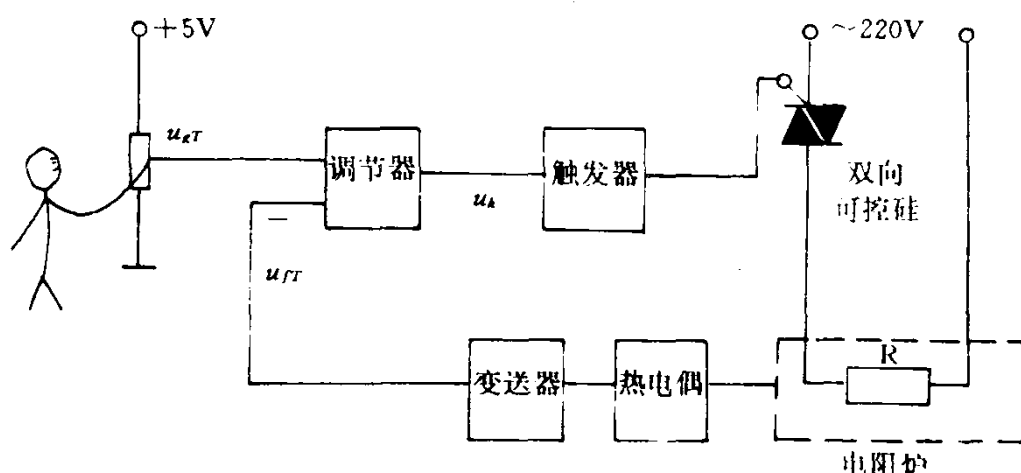


图 1-1 炉温模拟量控制系统

模拟量控制过程是人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，检测信号通过毫伏变送器变成反馈信号 u_{fT} ， u_{fT} 与 u_{gT} 相比较得到偏差信号，此信号通过调节器进行调节，最后达到调节炉温为设定值。但是当生产工艺要求的炉温 T 不为—恒值时，而是如图 1-2 所示的曲线时，要求在第一时间 t_1

里均匀地将温度 T_1 调到 T_2 ，要求斜率不变，为此，人必须不时地调整设定值 u_{gT} ，如果控制精度很高，这是不容易实现的。

由此看出模拟量控制系统有它的缺点，首先是它难于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；三是各分系统之间不便于实现通讯联系，从而不易实现分级控制和综合自动化；四是控制方案的更改比较困难。

为了克服上述缺点，研制出计算机控制系统，给出了优良的性能指标。例如图 1-3 所示，炉温计算机控制系统，把已知的温度设定值存入某些存储单元，反馈量经 A/D 转换后与某些存储单元中的设定值比较，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，在不同时刻，设定值不同，设定值

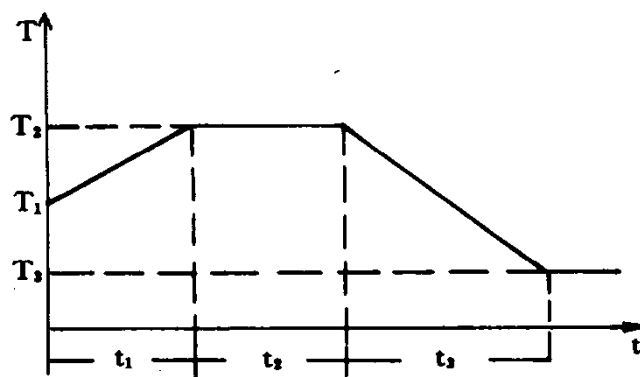


图 1-2 炉温输出曲线

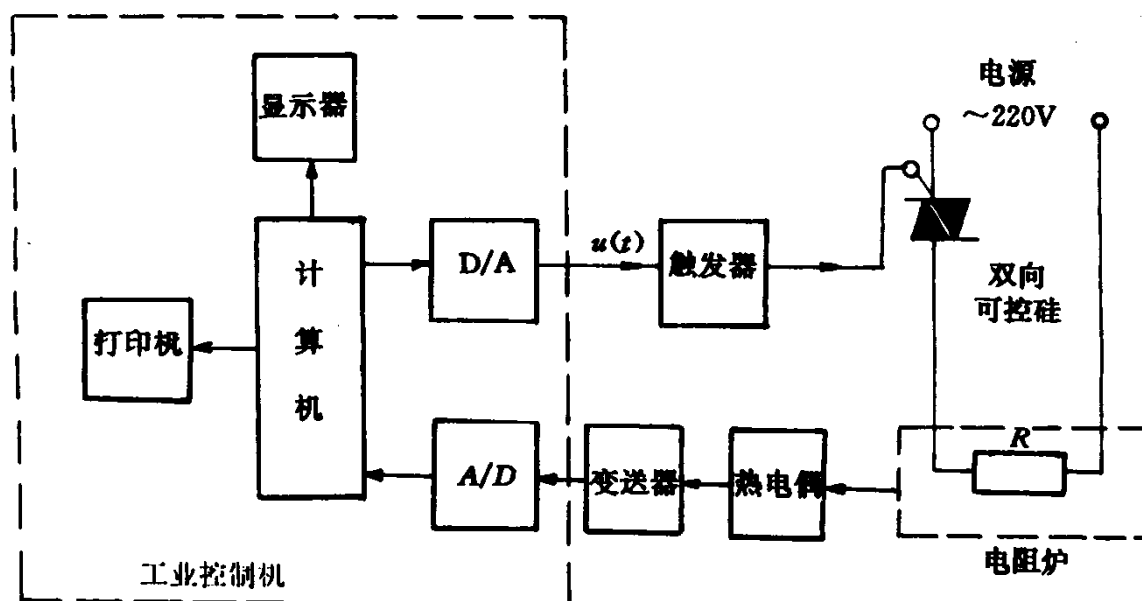


图 1-3 炉温计算机控制系统

在按要求的炉温曲线变化，那么，系统就能满足要求。由于类似于电阻炉这样的温度系统，热容量大、惯性大，因此属于惯性调节系统，采样周期可以取得长些，这样用一台计算机可以同时控制多台电炉，实现群控充分显示了计算机控制的优越性。更显示计算机控制优越的是集散系统。设计方案如下：

该方案上位计算机采用工业级工作站，下位微型机采用多台控制器，多台控制器分别完成多台炉的控制。

采用多微机控制，使安全性可靠性提高，这多台控制器都带有自诊断功能，即使发生故障，影响面小，采集的信号经智能前端（控制器）处理成数字量，使上位计算机接收信号抗干扰能力强，集散系统安装调试简单，维修方便，集散系统各控制单元安装在标准的机柜内，模块之间采用多芯电缆、标准化插件联接，采用专用软件编程，安装调试时间大大缩短。

此系统由工作站、控制器、计算机过程通道、操作台、配电盘五部分组成。

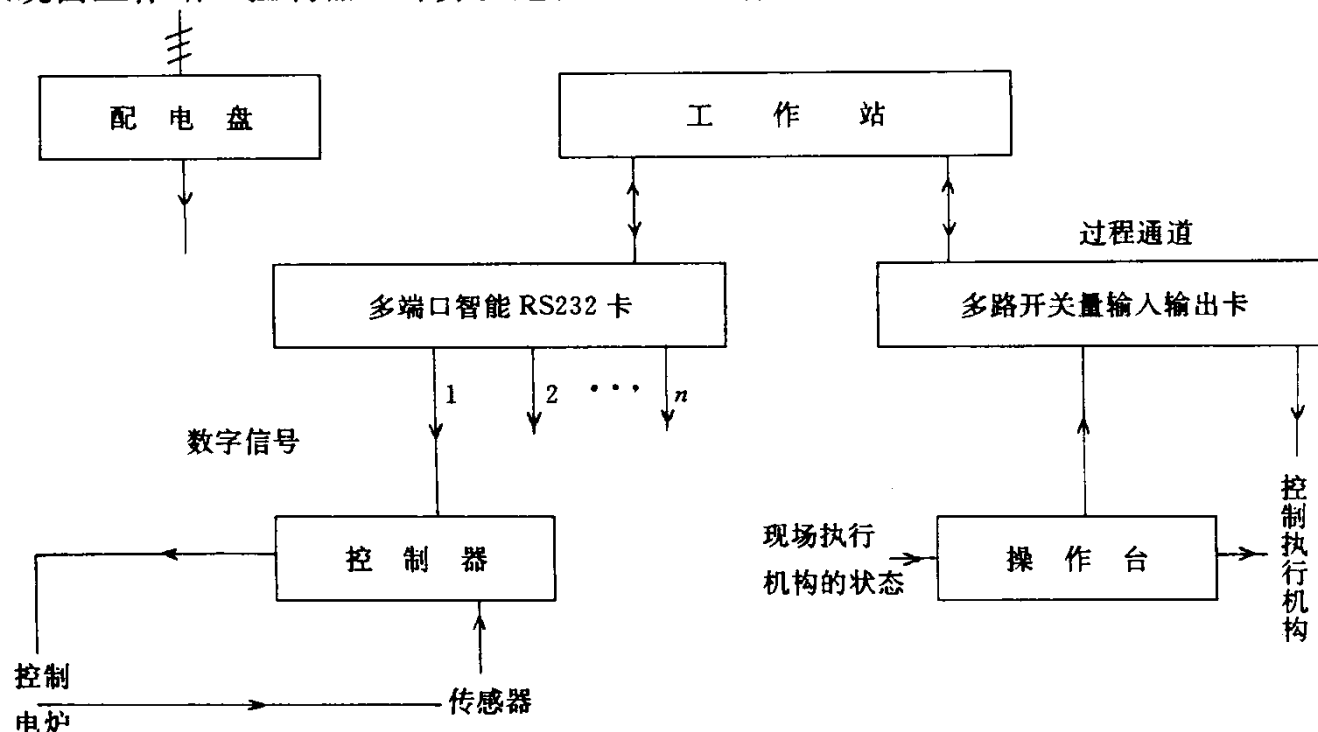


图 1-4 炉温集散控制系统结构图

各部分工作原理如下：

1. 工业级工作站

工业级工作站是专为工业（军用的某些地方）之恶性劣环境下保证系统连续运行而设计制造的，抗高低温冲击、震动、电磁干扰、潮湿、盐雾等，另外模块化也使其在维修时替换快速，在日后升级换代代价小，其 CPU 卡还为工业环境特殊设计了 Watchdog timer 和板上 Flash/Ram 电子盘等，前者可在主机因软/硬件故障死机时，系统无人干预条件下可自动复位，而后者可以固化监控程序，做到现场无机械启动和运行。工业级工作站也叫工业级一体化工作站，主机箱，显示器与键盘集成一体，即美观大方又安全可靠，抗干扰能力强，并且用专用软件，即组态软件编程，即快又方便。

2. 计算机过程通道

过程通道包括通讯、开关量输入、输出三个部分。

通讯部分：下位机是多台温度控制器，送出多个测量结果，因此采用多端智能 RS232 控制卡接口与工作站联系，每当工作站发出要求某台控制器送数时，某台控制器即响应。

开关量输入部分：接受现场各执行机构的工作状态，一般从其继电器结点引来，还有接受操作站来的命令，通过工作站所编软件，完成在工作站的屏幕上画工况流程图的功能。

开关量输出部分：由于工作站已接受了某些开关量输入信号，通过工作站的软件编程发出开关量输出命令，通过开关量输出通道输出的开关信号，控制相应的执行机构动作，开关量输入输出也可以采用 PLC。

3. 控制器

温度控制器也为集散系统的智能前端，它具有测温、控制与通讯功能。

控制器具有键盘，能设定每次温度的设定值、超、欠量值等，温度用数码管实时显示，还有工作灯亮指示，还具有超量、欠量的报警功能，更重要的是具有控制功能，有自动与手动

切换功能。该控制器具有串行口 RS232 或 RS422，控制器只要接到上位计算机的命令就将当时的测量结果发送出去。

计算机控制系统较之模拟量控制系统具有下列优点：

1. 控制灵活

计算机控制容易实现任意的控制算法。它可方便地通过编程序实现，不仅能实现模拟量控制系统中的采取的 PID 控制规律，而且还易于实现各种先进的控制算法，诸如自适应控制、神经网络控制和模糊控制等等。它还可通过人机对话等方式，方便地修改控制系数。

2. 能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的控制量，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，便于集中监视、集中操作管理。

3. 能实现最优控制

计算机控制不仅能实现模拟量调节系统中采用的 PID 控制规律，而且由于计算机的记忆、逻辑功能和判断功能综合生产的各方面情况，在环境与参数变化时，能及时进行判断、选择最合适的方案进行控制，这些都是模拟量调节器无法胜任的。

4. 控制精度

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，这时用计算机更能发挥它的独特优点。

第 2 节 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 1-5 所示。

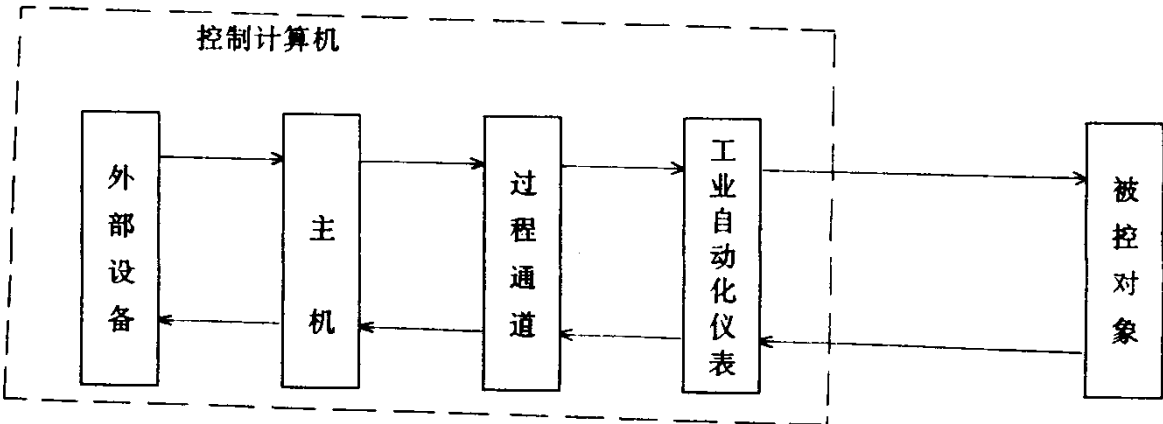


图 1-5 计算机控制系统组成框图

控制计算机由硬件和软件两部分组成，现分述如下：

一、硬件组成

它是由过程通道、主机、外部设备和工业自动化仪表等组成。如图 1-6 所示。

过程通道，是计算机控制过程的输入输出通道。输入通道有模拟量输入通道和数字量输

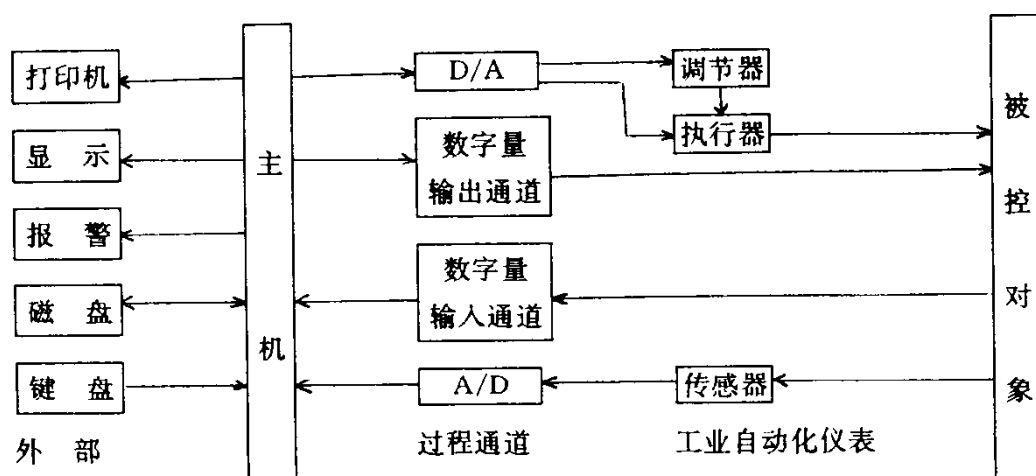


图 1-6 计算机控制系统组成细框图

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，把计算机运算的结果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。

“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。通过它把操作人员的指令送给计算机执行，例如启停操作、查询结果、修改程序等。另一方面，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有检测仪表、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，按着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。

控制算法型式很多，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性能指标合理地选用某种控制算法。

二、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，由计算机制造厂提供。应用软件具有专用性，它是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而编制的程序，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根据之一。

第 3 节 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，但常用的是按计算机参与控制的方式分类。

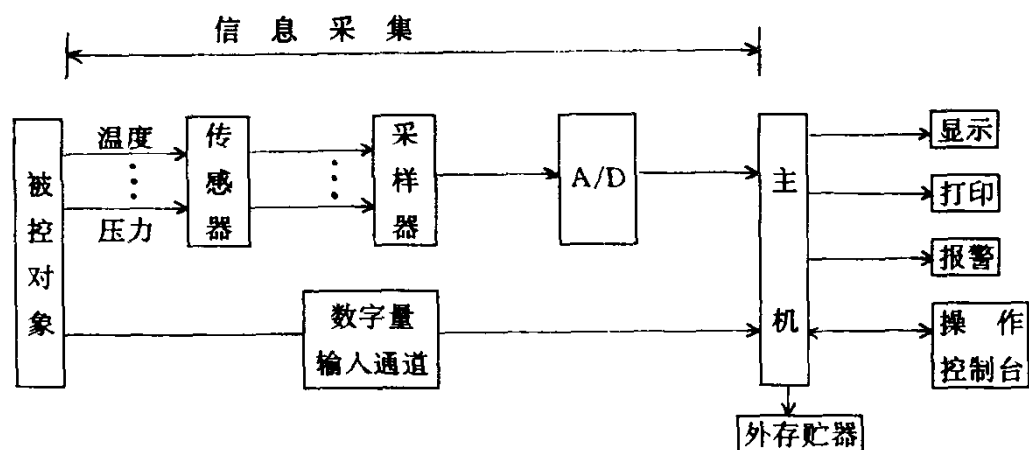


图 1-7 数据采集系统框图

一、计算机数据采集系统

数据采集是计算机应用于生产过程最早的一种类型。其构成如图 1-7 所示。

这种系统的工作情况大致是这样：计算机周期性的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。帮助操作人员了解生产现场情况，也可以输给外存贮器，系统地积累资料，以备今后进一步分析、计算使用。

二、操作指导控制系统

这种系统是在“数据采集”基础上发展起来的，其构成如图 1-8 所示。

操作指导系统不仅提供现场情况和进行异常报警，而且还按着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，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

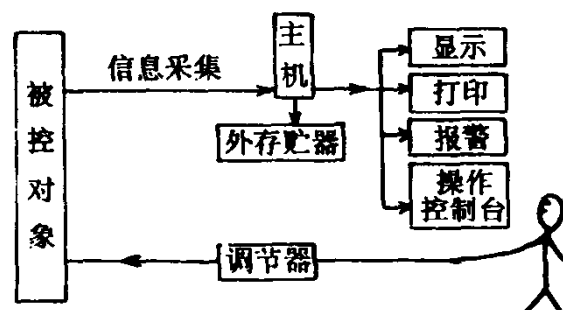


图 1-8 操作指导系统框图

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。但仍有人工操作、速度受到限制，不能同时控制多个回路的缺点。

三、直接数字控制系统 (DDC)

直接数字控制系统是在操作指导系统的基础上发展起来的。其构成如图 1-9 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 (Direct Digital Control) 系统。

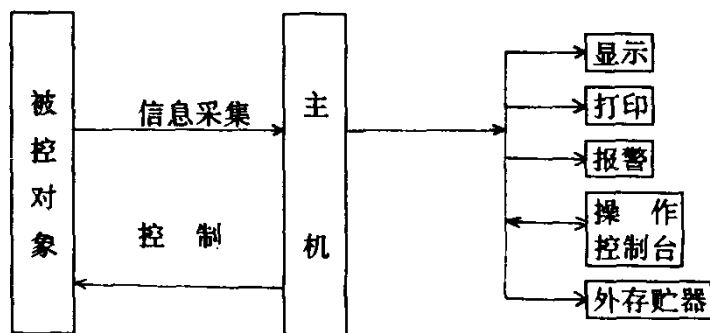


图 1-9 直接数字控制系统

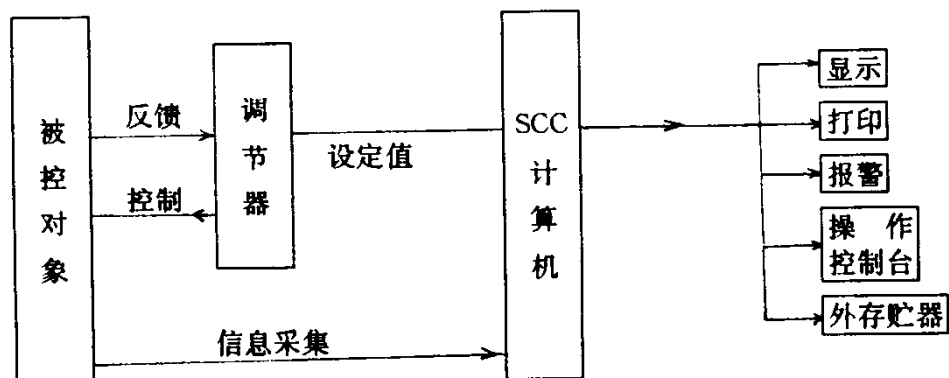


图 1-10 SCC 加调节器的系统框图

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。它的主要功能不仅是完全取代模拟调节器，实现成十上百个回路的 PID 算法控制，而且只要改变程序就可以实现其他的复杂控制规律，如前馈控制、非线性控制等。它把显示、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。

四、计算机监督控制系统 SCC (Supervisory Computer Control)

监督控制系统也叫做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. SCC 加模拟调节器的系统（其构成如图 1-10 所示）

这种系统计算机对生产过程各参量进行检测，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。

这类控制的优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。

2. SCC 加 DDC 的系统（其构成如图 1-11 所示）

在这种系统中，SCC 计算机的输出直接改变 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。

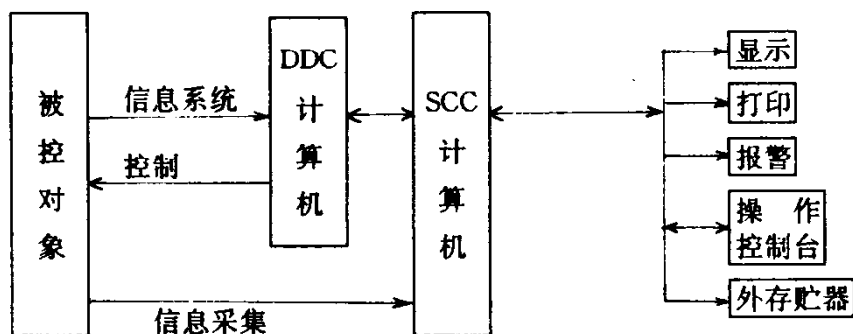


图 1-11 SCC 加 DDC 的系统框图

在这种系统，通常一台 SCC 计算机可以控制数个 DDC 计算机，一旦 DDC 计算机发生故

障时，可用 SCC 计算机代替 DDC 的功能，以确保生产的正常进行。

五、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，其构成如图 1-12 所示。

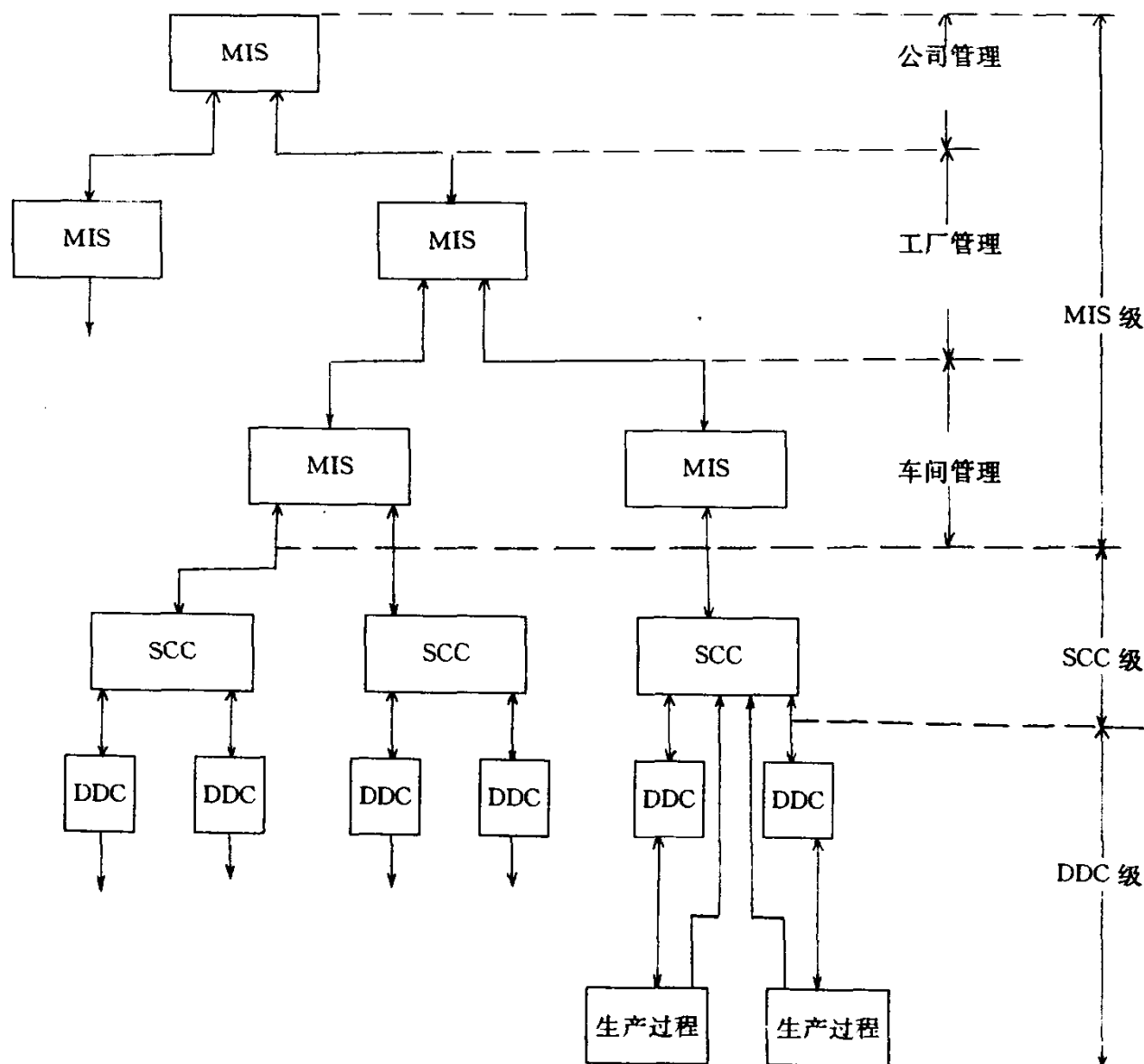


图 1-12 分级控制系统

这种系统是由管理级（MIS）、监控级（SCC）和直接数字控制级（DDC）三级控制组成。

MIC（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，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机担任。

DDC 级是下级，用于直接控制生产过程，多采用微型机。

六、集散控制系统

由于生产过程的大型化、复杂与分散化，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，如图 1-13 所示。

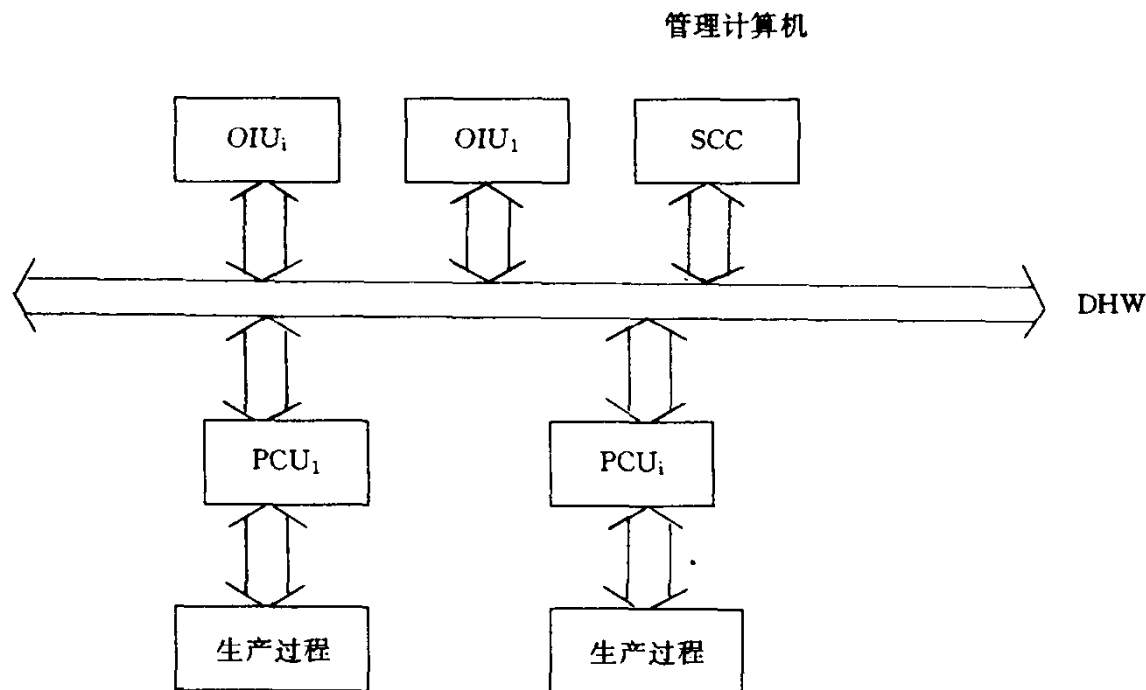


图 1-13 集散控制系统

各部分功能是：

(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、前馈控制等多种控制，一旦一个控制模件故障，只影响几个回路，影响面少，达到了“危险分散”。此外，PCU 可以安装在离变送器和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）是本系统综合控制的支柱，它将各个 PCU、OIU、监控计算机等有机地连接起来以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上一台多功能 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监督计算机控制，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发展阶段，更为完善的系统还将不断地涌现。

第二章 过程通道

第1节 概 述

在计算机控制系统中，为了实现计算机对生产过程的控制，必须在计算机与生产过程之间设置信息传递和变换的连接通道。这个通道称之为过程通道。如图 2-1 所示。

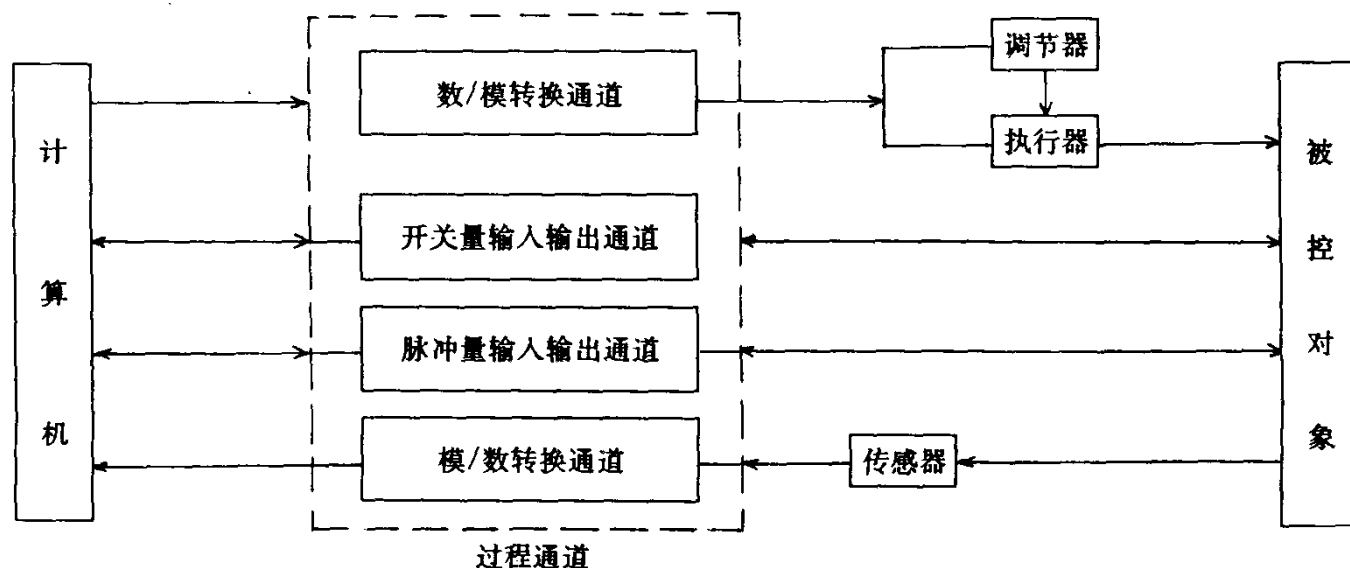


图 2-1 过程通道

开关量输出通道

开关量输出通道是数字量输出，输出的每一个数字只有 0 与 1 两种状态，被看成是开与关，用于继电器的通与断、阀门的打开与闭合、电源的启与停，以及超限声光报警等等。

开关量输入通道

由键盘、开关、结点、拨码盘等通过开关量输入通道读入的信息一般是二进制数或 ASCII 码表示的数或字符，将这些数字量读入微机。

数/模转换通道

当微机控制被控对象时，必须将微机计算的控制量转换成模拟量来实现，这就是通过数/模转换通道来完成。

模/数转换通道

微机用于生产过程时，首先，必须把现场的模拟信号转换成数字量，输入微机。现场的模拟信号是大量的，比如电机转速、温度、湿度、压力、流量等等，通过传感器将其变成电信号，然后再经过放大，经模/数转换通道转换成数字量送入微机。

脉冲量输入通道

利用微机的硬件与软件将数字传感器的脉冲信号转换成被测量的数字量。例如测量水流量的涡流传感器，输出就是脉冲量。

脉冲量输出通道

微机将要输出的数字量转为脉冲宽度，例如脉宽调制输出（PWM）。

第 2 节 通道交换信息种类与方式

被控对象与计算机联接，通常要经过过程通道。通道与计算机交换信息，通道与被控对象交换信息如图 2-2 所示。

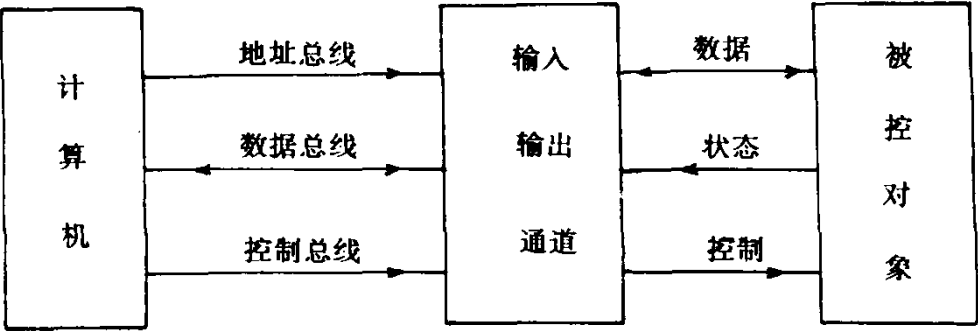


图 2-2 通道交换信息种类

一、通道与计算机交换信息

通道与计算机交换信息如图 2-2 所示，通常通过计算机内部总线，也叫母板总线（Backplane Busses），安装在主机箱内，它是一块印刷电路板，板上有若干条插槽，插有 CPU 主板、显示卡、存储器和 I/O 电路的印刷板等，用户的过程通道板就插在此母板的扩展槽中。总线支持各插件板之间的通讯。主机箱从结构上固定母板与插件板。对母板与插件板都有规定的标准尺寸与形状。总线也有统一的定义。例如最通用的 IBM—PC 总线，它采用 8088CPU，总线为 62 条，见表 2-1。

表 2-1 IBM PC 总线

引出脚	符 号	引出脚	符 号
B ₁	GND	A ₁	I/O CH CHK
B ₂	RESET DRV	A ₂	D ₇
B ₃	+5V	A ₃	D ₆
B ₄	IRQ ₂	A ₄	D ₅
B ₅	-5V	A ₅	D ₄
B ₆	DRQ ₂	A ₆	D ₃
B ₇	-12V	A ₇	D ₂
B ₈	RESERVED	A ₈	D ₁
B ₉	+12V	A ₉	D ₀
B ₁₀	GND	A ₁₀	I/O CH RDY
B ₁₁	MEMW	A ₁₁	AEN
B ₁₂	MEMR	A ₁₂	A ₁₉
B ₁₃	IOW	A ₁₃	A ₁₈

续表 2-1

引出脚	符 号	引出脚	符 号
B ₁₄	IOR	A ₁₄	A ₁₇
B ₁₅	DACK ₃	A ₁₅	A ₁₆
B ₁₆	DRQ ₃	A ₁₆	A ₁₅
B ₁₇	DACK ₁	A ₁₇	A ₁₄
B ₁₈	DRQ ₁	A ₁₈	A ₁₃
B ₁₉	DACK ₀	A ₁₉	A ₁₂
B ₂₀	CLK	A ₂₀	A ₁₁
B ₂₁	IRQ ₇	A ₂₁	A ₁₀
B ₂₂	IRQ ₆	A ₂₂	A ₉
B ₂₃	IRQ ₅	A ₂₃	A ₈
B ₂₄	IRQ ₄	A ₂₄	A ₇
B ₂₅	IRQ ₃	A ₂₅	A ₆
B ₂₆	DACK ₂	A ₂₆	A ₅
B ₂₇	T/C	A ₂₇	A ₄
B ₂₈	ALE	A ₂₈	A ₃
B ₂₉	+5V	A ₂₉	A ₂
B ₃₀	OSC	A ₃₀	A ₁
B ₃₁	GND	A ₃₁	A ₀

在 IBM PC 总线中,数据通过 D₀~D₇ 传送,目的地址由地址总线 A₀~A₁₉ 规定。由于 IBM PC 采用 Intel 8086 16 位微处理器的 8 位输出型 8088 作 CPU,这样就减少了数据线的数目。

IBM PC 采用 8088 CPU,系统含有 Intel 8088 总线控制器芯片,所以我们可以从 IBM PC 总线中找到 ALE (地址锁存允许)、AEN (地址使能) 等熟悉的信号。ALE 表示在总线地址线上的信号为有效的地址信号,AEN 表示 CPU 或 DMA 控制器正在驱动总线。其中有 4 个信号的名称与 Intel 8088 的名称有所不同,它们是:

IOR (I/O 读) —— 8288 的 IORC

IOW (I/O 写) —— 8288 的 IOWC

MEMR (存储器读) —— 8288 的 MRDC

MEMW (存储器写) —— 8288 的 MWTC

总线有两条联络 (握手) 线,它们是 I/O CH RDY 和 I/O CH CHK。I/O CH RDY 信号用来展宽现行的总线周期,为了保证动态 RAM 的刷新,IBM 规定此线最多只允许维持 2.1μs; I/O CH CHK 是由出错线提供的,当它有效时在微处理器中引起一个不可屏蔽中断。

总线中有 6 级中断线 IRQ₂~IRQ₇,它们与处理器板上的中断控制器相连,中断控制器能够自动提供中断服务程序的向量。总线中没有中断响应信号,中断响应是通过数据线实现的。

总线中还有三对 DMA 联络 (握手) 线,DRQ₁~DRQ₃ 为 DMA 请求线,而 DACK₁~DACK₃ 为 DMA 响应线。DACK₀ 是一条专用线,它用于当总线上插有动态 RAM 板时对动态 RAM 进行刷新。T/C 为一脉冲信号,它表示 DMA 传送中 DMA 总线周期出现适当的周期数。