

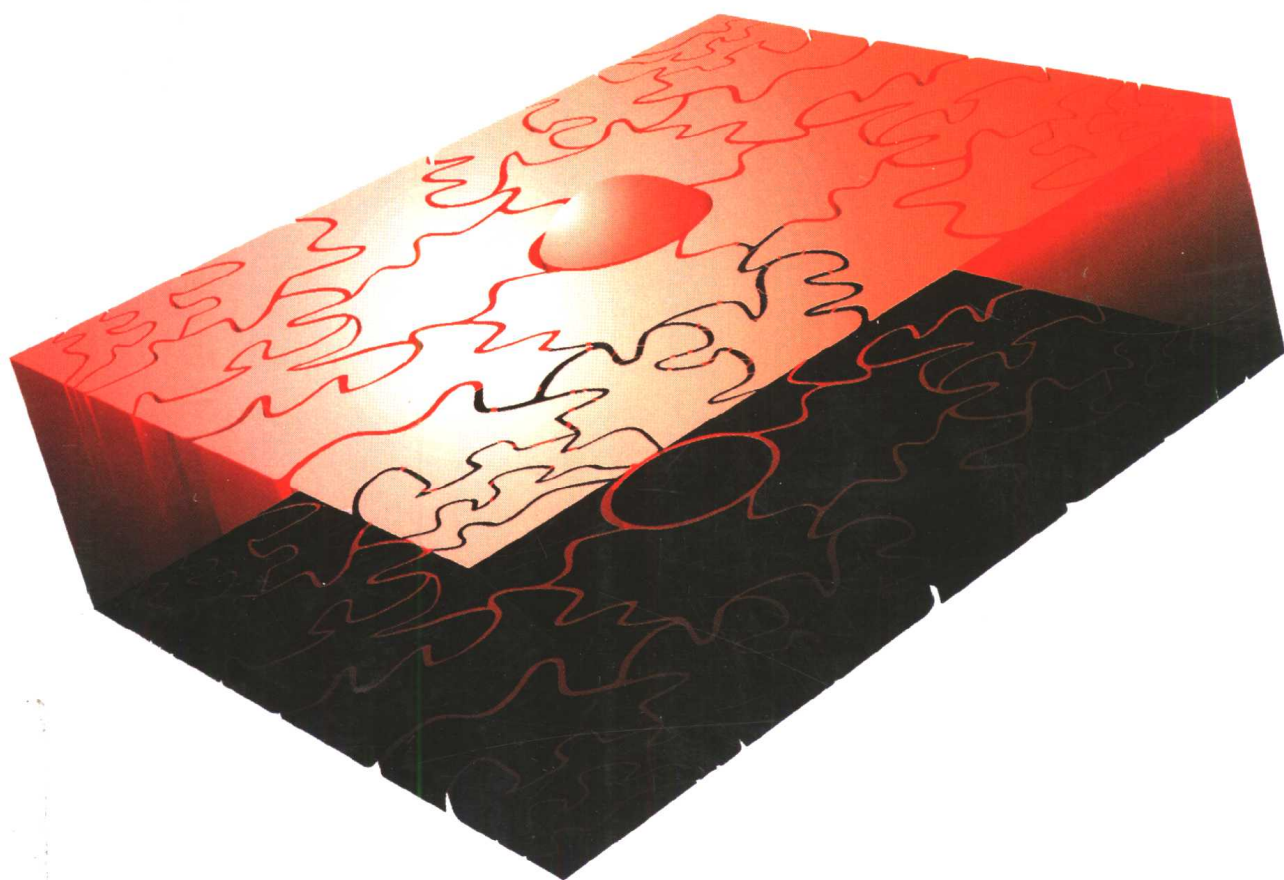


高等学校 规划教材
电子信息类

微型计算机控制技术

(第3版)

上海交通大学 谢剑英 贾青 编著



国防工业出版社

微型计算机控制技术

(第 3 版)

上海交通大学 谢剑英 贾 青 编著

国防工业出版社

• 北京 •

内 容 简 介

本书对微型计算机在控制系统中的基本理论和应用技术做了全面系统、深入浅出的介绍。全书的主要内容包括：微型计算机控制系统的一般概念、组成和工业中的典型应用，以及技术发展和目前状态；微型计算机系统输入输出接口技术；控制系统的过程通道和模/数、数/模转换，控制系统的抗干扰技术；可编程控制器应用、数值控制中的插补技术和步进电机的控制；数字 PID 控制算法和参数整定；数字控制系统的直接设计方法；模型预测控制算法的原理和应用；计算机控制系统设计的基本要求、特点及其一般步骤；计算机分布式控制系统、现场总线、先进控制在分布式控制系统中的应用；现场总线知识和在工业控制中的应用；工业控制系统的软件设计方法。全书共 11 章。书中有适量工程应用实例，并有习题和思考题。

本书除可作为高等学校自动化、信息工程、计算机应用等专业教材外，还可供从事计算机应用、自动化控制、工业现场总线和分布式控制系统的工程技术人员参考。

图书在版编目 (CIP) 数据

微型计算机控制技术 / 谢剑英, 贾青编著. —3 版.
北京: 国防工业出版社, 2001.9
ISBN 7-118-02579-8

I. 微... II. ①谢...②贾... III. 微型计算机—计
算机控制 IV. TP273

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2001) 第 040276 号

国防工业出版社出版发行

(北京市海淀区紫竹院南路 23 号)

(邮政编码 100044)

北京奥隆印刷厂印刷

新华书店经售

*

开本 787×1092 1/16 印张 23 $\frac{3}{4}$, 544 千字

2001 年 9 月第 3 版 2001 年 9 月北京第 14 次印刷

印数: 109001-115000 册 定价: 32.00 元

(本书如有印装错误, 我社负责调换)

出版说明

为做好全国电子信息类专业“九五”教材的规划和出版工作，根据国家教委《关于“九五”期间普通高等教育教材建设与改革的意见》和《普通高等教育“九五”国家级重点教材立项、管理办法》，我们组织各有关高等学校、中等专业学校、出版社，各专业教学指导委员会，在总结前四轮规划教材编审、出版工作的基础上，根据当代电子信息科学技术的发展和面向 21 世纪教学内容和课程体系改革的要求，编制了《1996—2000 年全国电子信息类专业教材编审出版规划》。

本轮规划教材是由个人申报，经各学校、出版社推荐，由各专业教学指导委员会评选，并由我部教材办商各专指委、出版社后，审核确定的。本轮规划教材的编制，注意了将教学改革力度较大、有创新精神、特色风格的教材和质量较高、教学适用性较好、需要修订的教材以及教学急需，尚无正式教材的选题优先列入规划。在重点规划本科、专科和中专教材的同时，选择了一批对学科发展具有重要意义，反映学科前沿的选修课、研究生课教材列入规划，以适应高层次专门人才培养的需要。

限于我们的水平和经验，这批教材的编审、出版工作还可能存在不少缺点和不足，希望使用教材的学校、教师、同学和广大读者积极提出批评和建议，以不断提高教材的编写、出版质量，共同为电子信息类专业教材建设服务。

原电子工业部教材办公室

前 言

本教材系“九·五”国家级重点教材，由全国高等学校工科电子类《自动控制》专业指导委员会评选审定并推荐出版。

本教材由上海交通大学谢剑英、贾青主编。厦门大学林锡来教授主审。

本教材全面系统地介绍了计算机控制系统的基础知识和应用技术。全书共 11 章：第 1 章介绍了计算机控制系统的一般概念、系统体系结构、工业中的典型应用、技术发展和目前状态；第 2 章回顾了微型计算机系统硬件知识和输入输出(I/O)接口技术，其中包括了存储器、数字 I/O 接口、键盘、显示器、打印机等；第 3 章主要介绍了控制系统的过程通道和模/数、数/模转换，并且介绍了控制系统的抗干扰问题；第 4 章介绍了可编程控制器、数值控制中的插补问题和步进电机的控制；第 5 章介绍了数字 PID 控制的原理及其各类修正算法，同时介绍 PID 控制器的参数整定；第 6 章介绍了数字控制系统的直接设计方法，重点讨论了最少拍无纹波控制、惯性因子法、非最少的有限拍控制等，根据控制工程的实际应用特点介绍了达林算法；第 7 章介绍了较适用于工业控制的一类先进控制算法——预测控制，并重点介绍了模型算法控制和动态矩阵控制的原理和应用；第 8 章在以上各章的基础上，综合性地介绍了计算机控制系统设计的基本要求、特点及其一般步骤，并通过具体实例，使读者对计算机控制系统的设计有一个比较完整的了解；第 9 章系统介绍了计算机分布式控制系统、现场总线、先进控制在分布式控制系统中的应用，通过工业应用实例说明分布式控制系统在现代化工业控制中的配置和作用；第 10 章介绍了现场总线知识和在工业控制中的应用；第 11 章介绍了工业控制系统的软件设计方法，并介绍几个较先进的工控软件；其中第 10, 11 章为新内容，第 4, 8, 9 章做了重大改动，其它章节也做了相应改动，主要是增加了新的技术发展内容和工业应用实例。

本教材的学时数为 72 学时，建议配合实验加深对理论知识的理解和对应用技术的掌握。参加编写的人员还有：席裕庚教授和袁长奎高级工程师等。

本教材中的大量应用实例由美国罗克韦尔自动化公司(Rockwell Automation)提供，在此编者向美国罗克韦尔公司的白恩时先生(Michael T.Bymes)、李乃湖先生、万莉小姐致以谢意。

鉴于计算机技术和自动化技术的飞速发展，书中难免挂一漏万，敬请广大读者指正。

编者 于上海交通大学

2001 年 2 月 10 日

目 录

第 1 章 计算机控制系统概述	1
1.1 计算机控制的概念	2
1.2 计算机控制系统的组成	4
1.2.1 计算机控制系统硬件	4
1.2.2 计算机控制系统软件	6
1.2.3 计算机控制系统的网络结构	6
1.3 计算机在工业控制中的典型应用	7
1.3.1 数据采集和监视系统	7
1.3.2 直接数字控制系统	8
1.3.3 监督控制系统	8
1.3.4 分布式控制系统	10
1.4 典型工业受控对象	10
1.5 国内外主要计算机控制设备介绍	10
第 2 章 基本输入输出接口技术	12
2.1 通用输入输出接口	12
2.1.1 基本可编程并行接口	12
2.1.2 Intel 8251A 通用可编程串行接口	14
2.2 基本人机交互设备与计算机的接口	15
2.2.1 键盘和显示器的基本结构和工作原理	15
2.2.2 键盘、静态显示器和单片机串行接口	17
2.2.3 键盘、动态显示器和单片机串行接口	19
2.2.4 键盘、显示器和单片机并行接口	22
2.2.5 微型计算机与 CRT 显示器接口	26
2.3 打印机、MODEM 与微型计算机的接口	30
2.3.1 打印机串行接口	30
2.3.2 打印机并行接口	31
2.3.3 微型计算机与 MODEM 接口	33
习题	35
第 3 章 过程通道和数据采集系统	36
3.1 概述	36
3.1.1 过程通道的组成和功用	36
3.1.2 信号转换中的采样、量化和编码	37

3.2 模拟量输入通道	39
3.2.1 模拟量输入通道的一般组成	40
3.2.2 多路转换器	40
3.2.3 可编程序放大器	42
3.2.4 采样与保持器	44
3.3 D / A 与 A / D 转换技术	45
3.3.1 D / A 转换原理	45
3.3.2 A / D 转换原理	47
3.3.3 A / D 与 D / A 转换器的主要技术指标	49
3.4 单片 A / D 转换器及其与微处理器的接口	52
3.4.1 8 位 A / D 转换器及其接口	52
3.4.2 12 位 A / D 转换器及其接口	55
3.5 数据采集系统	56
3.5.1 数据采集系统的结构方案	56
3.5.2 数据采集系统实例	57
3.6 模拟量输出通道	61
3.6.1 多路模拟量输出通道的结构形式	61
3.6.2 8 位 D / A 转换器及其接口	62
3.6.3 12 位 D / A 转换器及其接口	64
3.6.4 双极性模拟量输出的实现	65
3.7 过程通道的抗干扰措施	67
3.7.1 干扰的来源和干扰的分类	67
3.7.2 常态干扰的抑制	70
3.7.3 共模干扰的抑制	70
3.7.4 其它抗干扰措施	72
3.8 小结	80
习题与思考题	80
第 4 章 程序控制和数值控制	81
4.1 顺序控制器	81
4.1.1 专用计算机顺序控制器	82
4.1.2 可编程控制器	90
4.2 开环数值控制	107
4.2.1 数值控制的基本原理	107
4.2.2 逐点比较法插补原理	109
4.3 步进电机的控制	125
4.3.1 步进电机的工作方式	125
4.3.2 步进电机的脉冲分配程序	126
4.3.3 步进电机的速度控制程序	129
4.4 小结	131

习题与思考题	132
第 5 章 数字 PID 控制算法	133
5.1 准连续 PID 控制算法	133
5.1.1 模拟 PID 调节器	133
5.1.2 数字 PID 控制算法	136
5.2 对标准 PID 算法的改进	138
5.2.1 “饱和”作用的抑制	138
5.2.2 干扰的抑制	142
5.2.3 其它修改算法	143
5.3 PID 调节器参数选择	146
5.3.1 凑试法确定 PID 调节参数	146
5.3.2 实验经验法确定 PID 调节参数	147
5.3.3 采样周期的选择	149
5.4 应用实例	151
5.4.1 控制系统简介	151
5.4.2 控制系统设计	153
5.4.3 专家自整定 PID	154
5.5 小结	155
习题与思考题	155
第 6 章 数字控制器的直接设计方法	157
6.1 参数优化的低阶控制算法	158
6.2 最少拍随动系统的设计	160
6.2.1 最少拍系统的设计	160
6.2.2 最少拍系统的局限性	169
6.3 最少拍无纹波随动系统的设计	172
6.4 惯性因子法	173
6.5 非最少的有限拍控制	177
6.6 达林算法	178
6.7 小结	183
习题与思考题	183
第 7 章 模型预测控制算法	185
7.1 概述	185
7.2 动态矩阵控制	187
7.2.1 动态矩阵控制的原理和算法	187
7.2.2 设计参数的选择	193
7.3 动态矩阵控制算法的进一步讨论	199
7.3.1 时滞对象的动态矩阵控制	199
7.3.2 带有前馈的动态矩阵控制	201
7.3.3 动态矩阵—PID 串级控制	203

7.3.4 有约束时的动态矩阵控制算法	206
7.3.5 多变量系统的动态矩阵控制	210
7.4 模型算法控制	212
7.4.1 模型算法控制的基本原理	212
7.4.2 模型算法控制的一步和多步算法	217
7.5 应用实例	222
7.6 小结	224
习题与思考题	225
第8章 微型计算机控制系统设计	227
8.1 微型计算机控制系统设计的基本要求和特点	227
8.1.1 系统设计的基本要求	227
8.1.2 系统设计的特点	229
8.2 微型计算机控制系统设计的一般步骤	230
8.2.1 确定控制任务	230
8.2.2 选择微处理器和外围设备	230
8.2.3 建模和控制算法确定	231
8.2.4 系统总体方案设计	231
8.2.5 硬件和软件的具体设计	232
8.3 微型计算机控制系统设计	233
8.3.1 系统的选择和配置	234
8.3.2 总线负载的考虑	234
8.3.3 专用微型计算机系统设计	238
8.4 工业控制系统设计实例	240
8.4.1 温度仪表控制系统	240
8.4.2 锅炉计算机控制系统设计	251
8.4.3 啤酒发酵控制系统设计	253
8.4.4 ControlLogix 在转炉控制中的应用	257
8.5 小结	261
习题与思考题	261
第9章 分布式计算机控制系统	262
9.1 概述	262
9.1.1 分布式控制系统概念	262
9.1.2 各类控制系统的特点与比较	263
9.1.3 分布式计算机控制的发展	265
9.1.4 分布式控制系统的组成及体系结构	266
9.1.5 罗克韦尔分布式计算机系统结构及规范	269
9.2 分布式控制的技术发展	273
9.2.1 分布式控制系统的硬件和软件的发展	273
9.2.2 分布式计算机控制系统网络体系的发展	275

9.2.3 现场总线技术和智能化仪表的发展	277
9.3 分布式计算机控制系统的基本控制器	280
9.4 分布式计算机控制系统和先进控制	283
9.4.1 控制系统的功能层次结构	283
9.4.2 先进控制	286
9.4.3 先进控制技术的应用	295
9.5 分布式计算机控制系统的应用	297
9.5.1 分布式控制系统在水和水处理方面的应用	297
9.5.2 分布控制系统在轨道交通自动化方面的应用	300
9.6 小结	302
习题与思考题	302
第 10 章 现场总线技术及其应用	303
10.1 现场总线概述	303
10.1.1 现场总线简介	303
10.1.2 现场总线的种类	306
10.1.3 现场总线的未来	307
10.1.4 现场总线在国内的应用	308
10.2 现场总线的原理和发展概况	308
10.2.1 现场总线的实质	308
10.2.2 现场总线的结构	310
10.2.3 现场总线的发展概况	312
10.2.4 现场总线的特点与优点	314
10.3 几种典型的现场总线	316
10.3.1 控制层现场总线 ControlNet	316
10.3.2 设备层现场总线 DeviceNet	319
10.3.3 Profibus 协议	326
10.3.4 FF 总线	330
10.3.5 LonWorks 控制网络和 Lon 总线	331
10.3.6 CAN 总线	332
10.3.7 Modbus 协议	334
10.4 典型控制网络体系结构	335
10.5 小结	336
思考题	336
第 11 章 计算机控制系统软件	337
11.1 概述	337
11.1.1 对象的概念	338
11.1.2 工业软件中涉及的软件概念	340
11.1.3 应用程序体系结构	343
11.2 当今工业应用软件介绍	346

- 11.2.1 概述 346
 - 11.2.2 罗克韦尔工业应用软件体系结构介绍 346
- 11.3 软件设计 350
 - 11.3.1 工业控制软件设计特点 350
 - 11.3.2 软件工程方法概述 351
- 11.4 控制软件系统在水处理中的应用 355
- 11.5 小结 359
- 附录 采样系统的 Z 变换 360
- 参考文献 367

第 1 章 计算机控制系统概述

计算机的发展正迅速渗透各行各业，其迅猛和普及之势是许多人始料不及的。计算机的发展同时又以网络化、模块化和微机化方面为特征，为其应用开辟了无限广阔的前景。计算机解放了人类的智力，提高了人类能力和工作效率。计算机在工业领域正成为不可缺少和不可替代的强有力的控制工具。由于计算机控制系统的应用，许多传统的控制结构和方法被替代，工厂的信息利用率大大提高，控制质量也更趋优良和稳定。计算机的发展也推动了自动控制理论和应用的发展。

现在，由于计算机的微型化、网络化、性能价格比的上升和软件的功能日益强大，计算机控制系统不再是一种昂贵的系统，它几乎可以出现在任何的场合：实时控制、监控、数据采集、信息处理、数据库等等。

科学技术的发展、人类面临的有限资源的利用和对环保的日益重视、生产规模的扩大和相关工艺的复杂性，使得自动化和先进控制方法成为必不可少。常规的经典控制理论在解决简单的自动控制系统设计 and 应用方面是强有力的工具，并一直发挥着相当大的作用。目前，由于此方面的控制理论、控制模式和研究已经达到相当成熟的程度，它在许多工业和生产部门起着相当大的作用，并形成了标准化和系列化的产品。但是，由于生产工艺的复杂性和人们对控制品质的追求，简单的控制理论有时无法解决复杂的控制问题，如对有系统约束、多变量耦合等对象特征及系统优化、自适应等控制要求，常规算法往往无能为力。

计算机的应用促进了控制理论的发展，先进控制的理论和计算机技术的发展推动了工业控制的微机化、智能化、网络化和先进控制理论的应用。同时，成功的应用也促进了控制理论的持续和深入的开展。因此，计算机在工业生产和理论研究中发挥的作用是无法估量的。

计算机在工业自动化领域中的应用，经历了逐步发展到快速成长的过程。20 世纪 50 年代初，首先在化工生产中实现了计算机的自动测量和数据处理。1954 年人们开始在工厂实现计算机的开环控制。1959 年在美国的一个炼油厂实现了工业控制中的第一个计算机闭环控制系统。1960 年还是在美国的一个合成氨厂采用 RW-300 计算机系统实现了计算机监督控制。1963 年在英国的一个化工厂实现了直接数字控制 DDC (Direct Digital Control)。这是计算机控制系统发展的初级阶段。

1965~1969 年是工业计算机控制进入实用和开始逐步普及的阶段。由于小型计算机的商品化，计算机控制系统的可靠性不断提高，而成本却逐年下降，控制算法也在应用中得到考验和发展，因此计算机在生产控制中的应用有了很大的发展。此阶段中，受设备、控制理论等方面的约束，计算机控制以集中型的计算机控制系统为主。其缺点是，

集中型的计算机采用高度集中的控制结构, 控制系统的任何故障将导致严重的后果, 如对生产装置和生产系统的严重影响。解决的方法是采用备份工作, 但将导致投资的增加。

20 世纪 70 年代后, 计算机控制系统进入大量普及阶段, 控制结构、控制理论、实时控制的安全性和可靠性也得到充分研究, 特别是分级分布式控制方法得到了重视和应用。现代工业的复杂性、生产过程的高度连续化、大型化的特点, 使得局部范围的单变量控制方法成为信息孤岛, 难以提高系统的控制品质。只有采用先进控制算法、优化控制等来解决。这种控制方式称为集散式控制系统或计算机分布式控制系统。它的控制策略是分散控制、集中管理, 同时配备友好、方便的人机监视界面和数据共享。集散式控制系统或计算机分布式控制系统为工业控制系统的上水平提供了基础。

近 20 年来, 由于计算机的微型化、操作系统平台的逐渐统一和网络技术的飞速发展, 使得计算机控制系统的普及和应用有了突飞猛进的发展。而计算机控制系统的性能价格比的不断提高更加速了这种趋势。在化工、电力、冶金、纺织等行业中, 各类先进的计算机控制设备正发挥着巨大的作用, 甚至参与信息管理和决策支持。同时先进的制造技术如计算机集成制造、柔性制造系统以及在过程控制方面的软件技术如 DDE, Active X, OPC, COM 等的引入, 给工业生产带来了可观的效益。

可以这样说, 在工业制造业中没有计算机控制的参与, 企业将没有竞争力。目前, 许多著名的自动化设备研究和制造商如美国的罗克韦尔自动化公司等生产的控制设备和软件正帮助企业步入崭新的自动化境界。

1.1 计算机控制的概念

计算机控制系统由控制计算机本体(包括硬件、软件和网络结构)和受控对象两大部分组成。工业生产中的自动控制系统随控制对象、控制算法和采用的控制器结构的不同而有所差别。从常规来看, 控制系统为了获得控制信号, 要将被控量 y 和给定值 w 相比较, 得到偏差信号 $e=w-y$ 。然后直接利用 e 来进行控制, 使系统的偏差减小直到消除偏差, 被控量等于给定值。这种控制, 由于控制量是控制系统的输出, 被控制量的变化值又反馈到控制系统的输入端, 与作为系统输入量的给定值相减, 所以称为闭环负反馈系统, 其结构如图 1-1(a)所示。

从图 1-1(a)可知, 该系统通过测量传感器对被控对象的被控参数(如温度、压力、流量速度等物理量)进行测量, 再由变送单元将这些量转换成一定形式的电信号, 反馈给控制器。控制器将反馈信号对应的工程量与系统给定的设定值工程量比较, 如有误差, 控制器自然产生控制信号来驱动执行机构进行工作, 使被控参数的值与给定值保持一致。此类负反馈控制是自动控制的基本形式, 也是大多数控制系统具备的结构。

图 1-1(b)是另一种控制结构, 开环控制系统。它与闭环控制系统的区别在于它不需要控制对象的反馈信号。它的控制是直接根据给定信号去控制被控对象工作的。这种系统本质上不具备自动消除被控参数偏差给定值带来的误差。控制系统中产生的误差全部反映在被控参数上, 它与闭环控制系统相比, 控制结构简单但性能较差, 常用在一些特殊的控制场合。

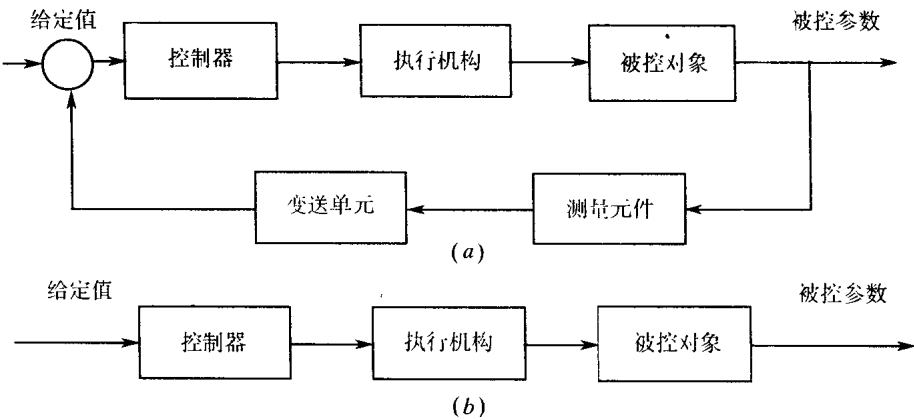


图 1-1 控制系统的一般形式
(a) 闭环控制系统框图；(b) 开环控制系统框图。

从图 1-1 可以看出，自动控制系统的基本功能是信号的传递、加工和比较。这些功能是由传感器的检测、变送装置、控制器和执行装置来完成的。控制器是控制系统中最重要的部分，它从质和量的方面决定了控制系统的性能和应用范围。

如果把图 1-1 中的控制器用计算机系统来代替，这样就可以构成计算机控制系统，其基本框图如图 1-2 所示。计算机控制系统在结构上也可分为开环系统和闭环系统两种。

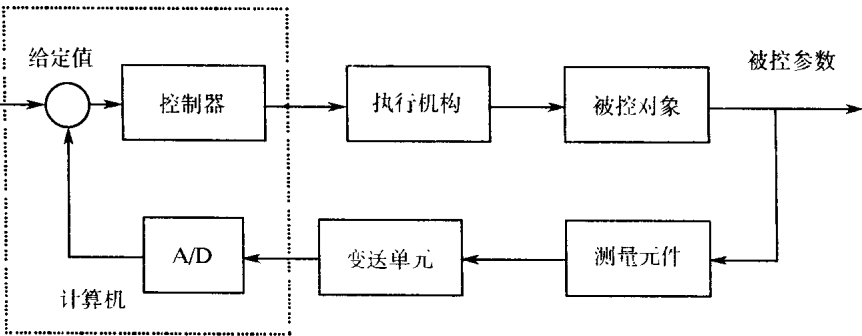


图 1-2 计算机控制系统基本框图

控制系统中引进计算机，就可以充分运用计算机强大的计算、逻辑判断和记忆等信息加工能力。只要运用微处理器的各种指令，就能编出符合某种控制规律的程序。微处理器执行该程序，就能实现对被控参数的控制。

在计算机控制系统中，计算机处理的输入和输出信号都是数字化量。因此，在这样的控制系统中，需要有将模拟信号转换为数字信号的模/数（A/D）转换器，以及将数字控制信号转换为模拟输出信号的数/模（D/A）转换器。

计算机控制系统执行控制程序的过程如下。

- ①实时数据采集 对被控参数在一定的采样间隔进行检测，并将采样结果输入计算机。
- ②实时计算 对采集到的被控参数进行处理后，按一定的预先规定的控制规律进行控制率的计算，或称决策，决定当前的控制量。
- ③实时控制 根据实时计算结果，将控制信号作用到控制的执行机构。

④信息管理 随着网络技术和控制策略的发展,信息共享和管理也介入到控制系统中。

上述测、控、算、管的过程不断重复,使整个系统能够按照一定的动态品质指标进行工作,并且对被控参数或控制设备出现的异常状态及时监督并作出迅速的处理。

上面所讲的计算机控制系统的一般概念中,计算机直接连接着工业设备,不通过其它介质来间接进行控制决策。这种生产设备直接与计算机控制系统连接的方式,称为“联机”或“在线”控制。如生产设备不直接与计算机控制系统连接,则称为“脱机”或“离线”控制。

如果计算机能够在工艺要求的时间范围内及时对被控参数进行测量、计算和控制输出,则称为实时控制。实时控制的概念与工艺要求紧密相连,如快速变化的压力对象控制的实时控制时间要比缓慢变化的温度对象的实时控制时间快。实时控制的性能通常受一次仪表的传输延迟、控制算法的复杂程度、微处理器的运算速度和控制量输出的延迟等影响。

1.2 计算机控制系统的组成

计算机控制系统包括计算机硬件设备、控制软件和计算机通信网络 3 个部分组成。

1.2.1 计算机控制系统硬件

一台基本的计算机控制系统的硬件主要包括:微处理器(CPU)、存储器(RAM/ROM)、数字 I/O 接口通道、A/D 和 D/A 转换器接口通道、人机联系设备(如键盘和显示器)、通信网络接口和电源等。它们通过微处理器的系统总线(地址总线、数据总线和控制总线)构成一个完整的系统。其框图如图 1-3 所示。下面对各部分作简要说明。

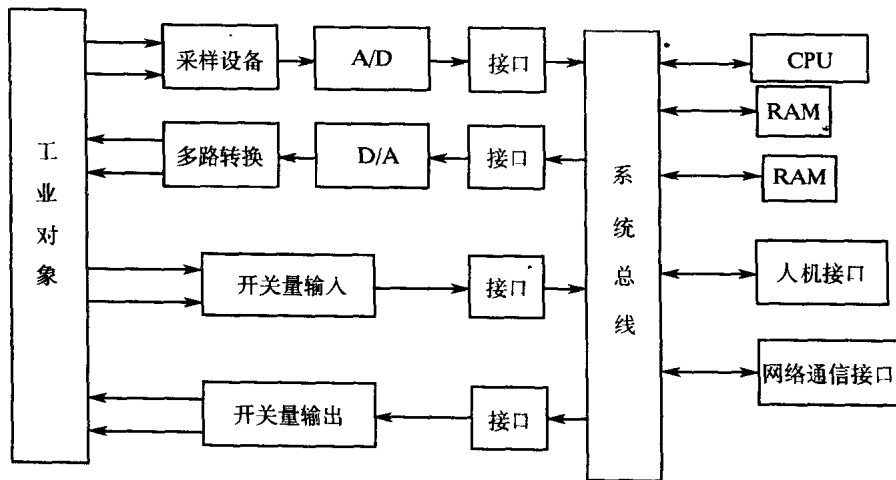


图 1-3 计算机控制系统硬件的一般组成框图

1) 计算机主机

主机由 CPU 和存储器构成。它通过过程输入通道发送来的工业对象的生产工况参数,按照人们预先安排的程序,自动地进行信息的处理、分析和计算,并作出相应的控制决

策或调节，以信息的形式通过输出通道，及时发出控制命令。主机中的程序和控制数据是人们预先根据控制对象的特征编制的控制算法。计算机控制系统执行控制程序和系统程序，完成事先确定的控制任务。

2) 常规外部设备

常规外部设备可分为输入设备、输出设备和存储设备，并根据控制系统的规模和要求来配置。

常用的输入设备有：键盘、鼠标、数字化仪等，主要用来输入程序和数据等。

采用的输出设备有：显示器、打印机、记录仪等。输出设备将各种数据和信息提供给操作人员，使其能够了解过程控制的情况。

存储设备用来存储数据库和备份重要的数据，主要有磁盘、磁带机等。

3) 输入输出通道

计算机的输入输出通道，又称过程通道。工业对象的过程参数一般是非电物理量，必须经过传感器（又称一次仪表）变换为等效的电信号。为了实现计算机对生产过程的控制，必须在计算机和生产过程之间设置信息的传递和变换的连接通道，这就是过程输入输出通道。它是生产过程控制特殊要求的。

过程通道一般可分为：模拟量输入通道、模拟量输出通道、开关量输入通道、开关量输出通道，它的详细情况在以后的章节中将专门重点介绍。

检测变送单元、电动和气动的执行单元以及电力拖动的交流和直流驱动装置也是计算机控制系统设计人员应该掌握和熟悉选用的领域。

4) 外部设备

过程通道是不能直接由主机控制的，必须由“接口”来传送相应的信息和命令。计算机控制系统的接口，根据应用不同，有各种不同的接口电路。从广义上讲，过程通道属于过程参数和主机之间的作用接口。这里讲的接口是指通用接口电路，一般有并行接口、串行接口和管理接口（包括中断管理、直接存取 DMA 管理、计数/定时等）。

对计算机控制系统的设计人员来说，应能在众多的集成化、标准化可编程接口电路中，熟练选用接口电路和配置相应的硬件，组成完整的符合要求的接口。

5) 运行操作台

每个计算机的标准人机接口是用来直接与 CPU 对话的。程序员使用该人机设备（运行操作台）来检查程序。当主机硬件发生故障时，维修人员可以利用此设备判断故障。生产过程的操作人员必须了解控制台的使用细节，否则会引起严重后果。当然该控制台的软保护也是很重要的。

生产过程的操作人员与计算机控制系统进行“对话”以了解生产过程状态，有时还要进行参数修改和系统维护，在发生事故时还要进行人工干预等。

计算机控制系统的运行操作台应该具备如下功能：

- ①要有屏幕或数字显示器，以显示过程参数、状态、画面和报警；
- ②要有一组简单功能键进行控制操作；
- ③要有一组数字键进行数据操作；
- ④采用硬保护和软保护措施，保证键盘的误操作不致引起严重的后果。

图 1-4 给出了罗克韦尔自动化旗下 A-B 公司的现场运行操作台 PanelView 的形式。

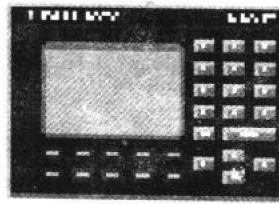


图 1-4 PanelView

1.2.2 计算机控制系统软件

计算机控制系统的硬件是完成控制任务的设备基础，而计算机的操作系统和各种应用程序是履行控制系统任务的关键，通称为软件。软件的质量关系到计算机运行和控制效果的好坏、硬件功能的充分发挥和推广应用。软件主要分系统软件和应用软件：系统软件提供计算机运行和管理的基本环境，如 DOS, Windows, WinNT, UNIX 等以及网络平台；应用软件有语言加工软件，如汇编、编译软件和控制系统的编程软件，如罗克韦尔公司的 RS View32, RS Logix 等，由于属于专业化的软件，它们非常方便用户的二次开发，同时也保证了软件的安全性。当然也有用户根据自己系统的要求开发的特殊控制软件。软件一般对计算机控制系统的依赖性较大。

不同的控制对象和不同的控制任务在软件组成上有很大的区别。在平衡系统硬件和软件的性能和功能，只有当确定系统硬件后，才能确定如何配制软件。在计算机控制系统中，每个控制对象或控制任务都配有相应的控制软件。这些应用软件采用何种语言和技术，也是各不相同的，不过现在的主流语言是面向对象的 VC 和 VB 等，主要的技术采用有 OLE, DDE, ActiveX, OPC 等等。在控制系统中，应用软件是一个直接的控制程序，而其它的程序是为它服务的。所以，应用程序的质量会给系统的精度和效率带来很大的影响。

从系统功能角度来分，除作为核心的监控程序外，可分为前处理程序、服务程序和后处理程序。前处理程序是指那些直接与生产过程有关的处理程序，即这些程序直接参与系统的控制过程，提供系统工作的基本服务；服务程序是指计算机控制系统对所有外设和人机联系等工作的程序，这些程序有时也称为监控程序，它与控制过程没有直接的联系，但它承担的工作是系统所不可少的；后处理程序是指那些与系统控制过程完全无关的部分，如对硬件和软件的诊断程序等，它保证系统本身的可靠性。一个典型的控制系统的软件至少包括初级监控程序和前处理程序。

1.2.3 计算机控制系统的网络结构

网络技术在计算机控制系统中的比重越来越大。计算机控制系统的网络结构可以分为两大类：一类称为对等式网络结构(peer-to-peer)；另一类称为客户机/服务器结构(Client/Sever)。这种分类主要是按照网络各节点之间的关系确定的。

首先我们需要将网络上各个节点的功能分为若干层次，从硬件开始一层层向上，越往上越靠近具体的应用。层次划分后，就可以定义低层（靠近硬件的层次）的功能是其上一层的 Sever，而上层的功能是其下一层功能的 Client。如果我们以一个图形处理的功能为例，可以按如下的功能层次进行划分：