



21世纪高等院校电气信息类系列教材

Electrical Information
Science and Technology

微型计算机控制技术

黄勤 主编
李楠 副主编



附赠电子教案

<http://www.cmpedu.com>



机械工业出版社
CHINA MACHINE PRESS

21 世纪高等院校电气信息类系列教材

微型计算机控制技术

黄勤 主编

李楠 副主编

甘思源 胡青 等编著



机械工业出版社

本书共分7章,以80x86及51系列单片机为控制工具,系统地讨论了微型计算机控制系统的设计与工程实现问题。其主要内容包括微型计算机控制系统概论;微型计算机控制系统的过程输入输出技术;微型计算机控制系统的常用控制算法;工控机的抗干扰与可靠性技术;工控机的数据通信技术;微型计算机控制系统设计与应用;分散型控制系统及现场总线控制系统。每章配有习题,以指导读者深入地进行学习。

本书除作为自动化专业、机电一体化专业和计算机应用专业的本科、专科学生教材外,也可作为高等教育自学教材和有关工程技术人员参考书。

图书在版编目(CIP)数据

微型计算机控制技术/黄勤主编. —北京:机械工业出版社,2009.12

(21世纪高等院校电气信息类系列教材)

ISBN 978-7-111-28859-6

I. 微… II. 黄… III. 微型计算机-计算机控制-高等学校-教材 IV. TP273

中国版本图书馆CIP数据核字(2009)第207510号

机械工业出版社(北京市百万庄大街22号 邮政编码100037)

策划编辑:时静

责任编辑:时静 李宁 谷玉春

责任印制:洪汉军

北京四季青印刷厂印刷(三河市杨庄镇环伟装订厂装订)

2010年1月第1版·第1次印刷

184mm×260mm·14.5印张·353千字

0001—3500册

标准书号:ISBN 978-7-111-28859-6

定价:27.00元

凡购本书,如有缺页、倒页、脱页,由本社发行部调换

电话服务

网络服务

社服务中心:(010)88361066

门户网:<http://www.cmpbook.com>

销售一部:(010)68326294

教材网:<http://www.cmpedu.com>

销售二部:(010)88379649

读者服务部:(010)68993821

封面无防伪标均为盗版

出版说明

随着科学技术的不断进步，整个国家自动化水平和信息化水平的长足发展，社会对电气信息类人才的需求日益迫切、要求也更加严格。在教育部颁布的“普通高等学校本科专业目录”中，电气信息类（Electrical and Information Science and Technology）包括电气工程及其自动化、自动化、电子信息工程、通信工程、计算机科学与技术、电子科学与技术、生物医学工程等子专业。这些子专业的人才培养对社会需求、经济发展都有着非常重要的意义。

在电气信息类专业及学科迅速发展的同时，也给高等教育工作带来了许多新课题和新任务。在此情况下，只有将新知识、新技术、新领域逐渐融合到教学、实践环节中去，才能培养出优秀的科技人才。为了配合高等院校教学的需要，机械工业出版社组织了这套“21世纪高等院校电气信息类系列教材”。

本套教材是在对电气信息类专业教育情况和教材情况调研与分析的基础上组织编写的，期间，与高等院校相关课程的主讲教师进行了广泛的交流和探讨，旨在构建体系完善、内容全面新颖、适合教学的专业教材。

本套教材涵盖多层面专业课程，定位准确，注重理论与实践、教学与教辅的结合，在语言描述上力求准确、清晰，适合各高等院校电气信息类专业学生使用。

机械工业出版社

前 言

微型计算机控制技术在工业控制领域中得到了广泛的应用。工业控制微型计算机（简称工控机）可靠性高、实时性好，且具有标准化、模块化、组合化和开放式结构，能适应千差万别的工业控制对象，因而成为现代工业自动化中不可缺少的工具。

本书是在编者多年来讲授该门课程和从事微型计算机应用系统研究工作的基础上，参考了国内外大量文献和其他教材精心编写而成。本书除作为自动化专业、机电一体化专业和计算机应用专业的本科、专科学生教材外，也可作为高等教育自学教材和有关工程技术人员参考书。

全书共分7章。第1章介绍了微型计算机控制系统的基本概念与组成、微型计算机控制系统的分类及发展趋势。第2章介绍了微型计算机控制系统的过程输入输出技术，包括模拟量输入输出通道的一般结构与数字量输入输出通道的一般结构；常用A/D、D/A接口技术及模拟量输入输出通道设计举例。第3章介绍了微型计算机控制系统的常用控制算法，包括数字滤波与数据处理、数字控制器的设计方法、数字PID控制器的设计、最少拍控制算法、大林控制算法、模糊控制及应用实例。第4章简述了工控机的抗干扰与可靠性技术，包括硬件抗干扰技术、软件抗干扰技术及容错技术。第5章介绍了工控机的数据通信技术。第6章介绍了微型计算机控制系统设计的基本原则、方法和步骤，并通过具体的应用实例使读者掌握如何设计满足一定要求的微型计算机控制系统。第7章介绍了分散型控制系统及现场总线控制系统，包括分散型控制系统的构成、工控组态软件、现场总线控制系统。

本书在介绍微型计算机控制系统时，注重软件与硬件的有机结合以帮助读者建立微型计算机控制系统的整体概念。为了便于读者对控制系统硬件设计及相关控制算法的理解和自学，书中给出了相应的设计例子和习题，使读者通过对本书的学习，了解微型计算机控制系统的特点及相关应用常识，并具备对微型计算机控制系统进行初步设计的能力。

本书由黄勤主编，并编写第1章、第2章；李楠编写第3章、第7章；甘思源编写第4章；胡青编写第5章、第6章。目录中“*”部分为选学部分。

由于编者水平有限，书中难免错漏之处，敬请读者批评指正。

编 者

目 录

出版说明

前言

第 1 章 微型计算机控制系统概论	1
1.1 微型计算机控制系统的结构原理	1
1.1.1 常规控制系统	1
1.1.2 微型计算机控制系统	1
1.2 微型计算机控制系统的分类	2
1.2.1 数据采集系统	2
1.2.2 直接数字控制系统	3
1.2.3 监督计算机控制系统	3
1.2.4 分散型控制系统	4
1.2.5 现场总线控制系统	4
1.2.6 计算机集成制造系统	5
1.3 微型计算机控制系统的组成	6
1.3.1 硬件组成	7
1.3.2 软件组成	8
1.4 微型计算机控制系统的发展概况及趋势	8
1.4.1 微型计算机控制系统的现状	8
1.4.2 微型计算机控制技术的发展趋势	12
1.5 习题	14
第 2 章 微型计算机控制系统的过程输入输出技术	15
2.1 过程输入输出通道概述	15
2.1.1 模拟量输入通道的一般结构	15
2.1.2 模拟量输出通道的一般结构	15
2.1.3 数字量输入通道的一般结构	16
2.1.4 数字量输出通道的一般结构	16
2.2 模拟量输入通道	17
2.2.1 模拟量输入通道中的信号变换	17
2.2.2 A/D 转换器	18
2.2.3 常用 A/D 转换器及其接口技术	21
2.2.4 模拟量输入通道设计举例	30
2.3 模拟量输出通道	34

2.3.1	D/A 转换器	34
2.3.2	常用 D/A 转换器及其接口技术	36
2.3.3	模拟量输出通道设计举例	40
2.3.4	数据采集系统实例	42
2.4	数字量输入输出通道	47
2.4.1	数字量输入输出接口技术	48
2.4.2	数字量输入信号调理	49
2.4.3	数字量输出驱动电路	50
2.5	脉冲量输入通道	51
2.6	习题	52
第 3 章	微型计算机控制系统的常用控制算法	54
3.1	数字滤波与数据处理	54
3.1.1	数字滤波	54
3.1.2	线性化处理	58
3.1.3	标度变换	60
3.2	数字控制器的设计方法	61
3.2.1	数字控制器的连续化设计方法	62
3.2.2	数字控制器的离散化设计方法	65
3.2.3	数字控制器的脉冲传递函数 $D(z)$ 的软件实现	66
3.3	数字 PID 控制器的设计	69
3.3.1	数字 PID 控制算法	69
3.3.2	数字 PID 控制算法的改进	75
3.3.3	数字 PID 控制器参数的选择	81
3.4	最少拍控制算法	86
3.4.1	最少拍数字控制器设计	86
3.4.2	最少拍数字控制器设计举例	89
3.5	大林控制算法	94
3.5.1	大林算法中 $D(z)$ 的基本形式	95
3.5.2	振铃现象及其抑制方法	96
3.6	模糊控制	100
3.6.1	模糊控制原理	100
3.6.2	模糊控制器设计的基本思想	101
3.6.3	实现语言控制的模糊控制器必须要解决的问题	102
3.6.4	模糊控制在家电中的应用	103
3.7	习题	113
第 4 章	工控机的抗干扰与可靠性技术	115
4.1	工控机的运行环境	115
4.1.1	恶劣的供电条件	115
4.1.2	严重的噪声环境	115

4.1.3	干扰信号的进入渠道	115
4.2	噪声干扰的抑制措施*	116
4.2.1	噪声干扰的耦合方式	116
4.2.2	线间耦合干扰的抑制措施	118
4.3	过程通道的抗干扰措施*	120
4.3.1	隔离技术	120
4.3.2	通道中器件选择与抗干扰	121
4.3.3	布线抗干扰设计	121
4.4	系统供电与接地的抗干扰措施*	122
4.4.1	系统供电的抗干扰措施	122
4.4.2	系统接地的抗干扰措施	125
4.5	“看门狗”和系统支持	130
4.5.1	“看门狗”的工作原理	131
4.5.2	“看门狗”的使用方法	131
4.5.3	“看门狗”的实现	133
4.5.4	使用“看门狗”的若干问题	133
4.6	容错设计	134
4.6.1	容错的必要性和可能性	135
4.6.2	容错冗余设计	136
4.6.3	双机容错在机场加油管网过程控制中的应用	139
4.7	习题	144
第5章	工控机的数据通信技术	145
5.1	数据通信基础与技术	145
5.1.1	数据通信系统的基本组成	145
5.1.2	数据传输形式	145
5.1.3	数据传输速率和误码率	146
5.1.4	异步传输和同步传输	147
5.1.5	差错控制	148
5.2	数据通信网络	150
5.2.1	网络拓扑结构	150
5.2.2	网络体系结构	151
5.3	网络协议	156
5.3.1	高级数据链路控制协议	156
5.3.2	TCP/IP 协议族	158
5.4	习题	160
第6章	微型计算机控制系统设计与应用	161
6.1	系统的设计原则	161
6.2	系统设计的方法及步骤	162
6.2.1	系统总体方案设计	162

6.2.2	分析与建模	164
6.2.3	控制算法的选择	164
6.2.4	硬件设计	164
6.2.5	软件设计	165
6.2.6	系统的调试与运行	165
6.3	微型计算机控制系统设计实例	167
6.3.1	智能式脱水控制系统设计	167
6.3.2	浓度—流量控制器的设计	171
6.4	习题	175
第7章	分散型控制系统及现场总线控制系统	176
7.1	DCS 概述	176
7.1.1	DCS 的概念	176
7.1.2	DCS 的发展历史	177
7.1.3	DCS 的特点	179
7.1.4	国产 DCS 技术应用概况	181
7.1.5	DCS 的发展趋势	182
7.2	分散型控制系统的构成	183
7.2.1	DCS 的体系结构	183
7.2.2	DCS 的软件构成	185
7.2.3	DCS 的通信网络	186
7.3	工控组态软件	192
7.3.1	概述	192
7.3.2	组态软件的设计思想	196
7.3.3	力控组态软件简介	201
7.3.4	西门子 WinCC 组态软件介绍	205
7.3.5	InTouch 组态软件介绍	208
7.4	现场总线控制系统	213
7.4.1	概述	213
7.4.2	现场总线的发展历史以及我国的应用现状	214
7.4.3	常用的现场总线	216
7.5	习题	218
附录	Z 变换公式表	219
参考文献		220

第 1 章 微型计算机控制系统概论

随着自动控制技术和计算机技术的发展，计算机控制技术的应用领域越来越广泛。它不但是国防、航空航天等高精尖学科必不可少的组成部分，而且在现代化的工、农、医等领域也发挥着越来越重要的作用。

本章主要介绍微型计算机控制系统的结构原理、分类、组成及发展。

1.1 微型计算机控制系统的结构原理

1.1.1 常规控制系统

对于没有采用微型计算机控制的系统一般为连续控制系统，即常规控制系统。在常规的自动控制系统中，最基本的控制系统为闭环负反馈控制系统，如图 1-1 所示。

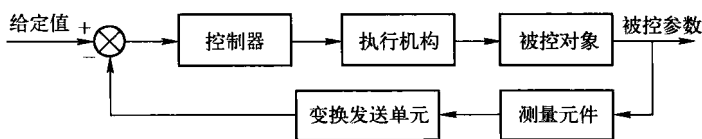


图 1-1 闭环负反馈控制系统框图

该控制系统中的测量元件和变换发送单元对被控参数（如温度、压力、流量、转速、位移等）进行测量，并将其变换成一定形式的电信号（电压/电流），反馈给控制器。控制器将反馈信号与给定信号进行比较，并根据一定的控制规律产生相应的控制信号驱动执行机构工作，使被控参数的值和给定值保持一致。

控制器是系统中最重要的一部分，它从质与量两方面决定了控制系统的性能和应用范围。控制器可以用各种控制规律来实现，如 PID（比例积分微分）控制等。控制规律的选取与被控对象特性和系统控制要求有关。

1.1.2 微型计算机控制系统

如果把图 1-1 中的控制器用微型计算机来代替，就可以构成微型计算机控制系统，如图 1-2 所示。

控制系统中引入微型计算机后，控制规律便可由程序实现，微型计算机执行相应的程序，实现对被控参数的控制。在常规控制系统中，系统的控制规律是由硬件电路实现的，改变控制规律就要改变硬件；而在微型计算机控制系统中，控制规律是通过程序实现，改变控制规律只需改变程序。

在微型计算机控制系统中，微型计算机的输入和输出都是数字信号，而变换发送单元送出的信号，以及大多数执行机构所能接收的信号，都是模拟信号。因此，系统中需要有将模

拟信号转换为数字信号的 A/D 转换器和将数字信号转换为模拟信号的 D/A 转换器。

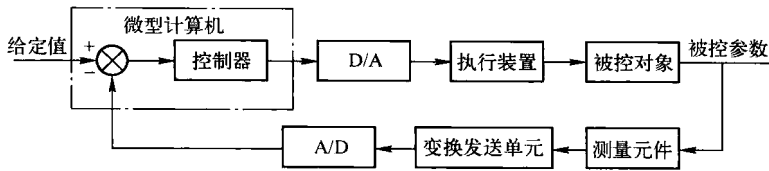


图 1-2 微型计算机控制系统基本框图

常规控制系统是连续控制系统，它连续不断地测量，经过反馈及补偿后，对生产过程产生连续不断的控制。微型计算机控制系统是采样控制系统。微型计算机每隔一个采样周期 T 会对被控参数进行一次测量，根据一定控制规律计算出控制量后，去控制生产过程。在两次采样时刻之间，微型计算机对被控参数不进行测量，其输出控制量自然也保持不变。当用一台微型计算机控制多个参数时，微型计算机按巡回测量控制方式工作。在每个采样周期中，微型计算机依次对各个被控参数进行测量控制，完成一个参数的测量与控制后，再进行下一个参数的测量与控制。

从本质上看，微型计算机控制系统的控制过程可以归结为以下 3 个步骤：

1) 实时数据采集。对被控参数的瞬时值进行测量。

2) 实时决策。对表征被控参数状态的测量值进行分析，并按已定的控制规律，作出相应的控制决策。

3) 实时控制。根据决策，实时地对控制机构发出控制信号，使其完成相应的控制任务。

上述过程不断重复，使系统能够按一定动态品质指标进行工作，并能对被控参数和设备运行情况进行监督，发现异常时及时做出相关处理。控制过程的 3 个步骤对应着微型计算机的信息输入、数据运算处理和输出操作。

所谓“实时”是指信号的输入、运算处理和输出能在一定的时间内完成，即要求微型计算机对输入信号要以足够快的速度进行测量与处理，并在一定的时间内作出反应或产生相应的控制。超出了这个时间，就会失去控制时机。实时概念不能脱离具体过程，如炼钢炉的炉温控制，也许延迟 1 s 仍然是实时的；而一个火炮控制系统，当目标状态量变化时，一般必须在几毫秒或几十毫秒内作出响应，否则就无法击中目标。实时性指标涉及到一系列时间延迟，如仪表延迟、输入延迟、运算处理延迟、输出延迟等。另外，中断是微型计算机控制系统实现实时控制的一个十分重要的功能。

1.2 微型计算机控制系统的分类

根据应用特点、控制目的和系统构成，微型计算机控制系统大致上可分为以下几种类型：数据采集系统、直接数字控制系统、监督计算机控制系统、分散型控制系统、现场总线控制系统、计算机集成制造系统。

1.2.1 数据采集系统

数据采集系统（Data Acquisition System, DAS）的结构如图 1-3 所示。

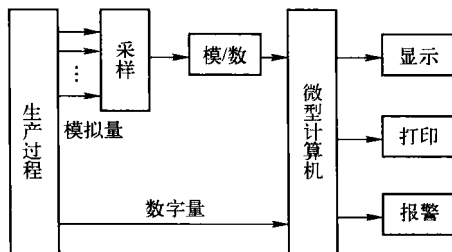


图 1-3 数据采集系统的结构

数据采集系统是微型计算机应用于生产过程控制最早的一种微型计算机控制系统。该系统中微型计算机通过模拟量、开关量（即数字量）输入通道进行实时数据采集，将采集到的数据进行分析处理（如数字滤波、标度变换、越限报警等），并以一定格式在显示器上显示或通过打印机打印出来，以实现生产过程的集中监视及实现生产过程的操作指导。

该系统中的微型计算机不直接参与生产过程控制，不会对生产过程产生直接影响。

1.2.2 直接数字控制系统

直接数字控制（Direct Digital Control, DDC）系统的结构如图 1-4 所示。

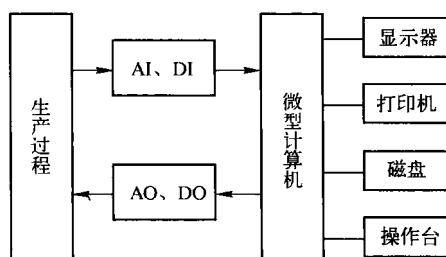


图 1-4 直接数字控制系统的结构

微型计算机通过模拟量输入通道（AI）、数字量输入通道（DI）进行实时数据采集，然后按一定的控制规律进行实时决策，最后通过模拟量输出通道（AO）、数字量输出通道（DO）输出控制信号，实现对生产过程的直接控制。DDC 是微型计算机在工业生产过程中最普遍的一种应用方式。

由于 DDC 系统中的微型计算机直接参与生产过程的控制，所以要求微型计算机实时性好、可靠性高和环境适应性强。

1.2.3 监督计算机控制系统

监督计算机控制（Supervisory Computer Control, SCC）系统的结构如图 1-5 所示。

SCC 系统是一种两级微型计算机控制系统，其中 DDC 级微型计算机完成生产过程的直接数字控制；SCC 级微型计算机则根据生产过程的工作状况和已定的数学模型，进行最优化分析计算，产生最优给定值，交由 DDC 级微型计算机执行。

DDC 级微型计算机直接参与生产过程控制，要求实时性好、可靠性高和环境适应性强；SCC 级微型计算机承担高级控制与管理任务，要求数据处理功能强、存储容量大等，一般使

用高档微型计算机。当 DDC 级微型计算机出现故障时，可由 SCC 级微型计算机完成 DDC 级微型计算机的控制功能，这种系统提高了可靠性。

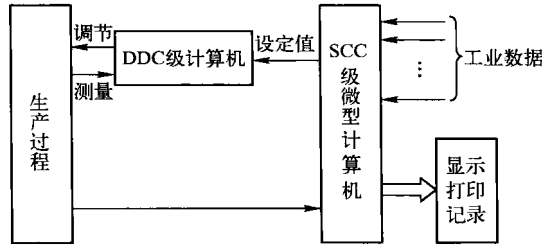


图 1-5 监督计算机控制系统的结构

1.2.4 分散型控制系统

分散型控制系统（Distributed Control System, DCS）的结构如图 1-6 所示。

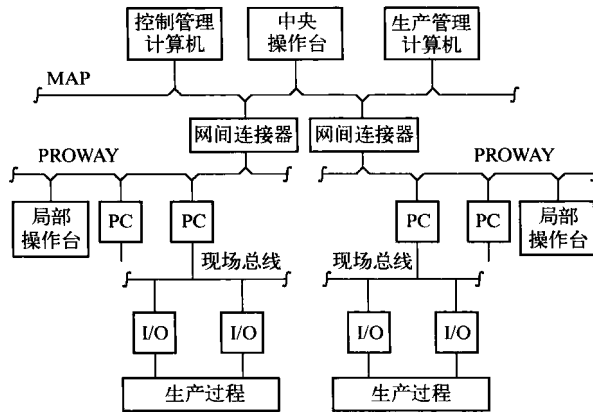


图 1-6 分散型控制系统的结构

分散型控制系统利用多台微型计算机，采用分散控制、集中操作、分级管理、分而自治和综合协调的设计原则，把系统从下而上分为过程控制级、控制管理级、生产管理级等若干级，形成分级分布式控制。

以微处理器为核心的过程控制器计算机完成过程的控制任务；控制管理计算机通过协调各过程控制器的工作，达到生产过程的动态最优控制；生产管理计算机完成制定生产计划和工艺流程、产品、财务、人员等管理功能，以实现生产过程静态最优化；中央操作台是系统全局的显示操作装置，完成人—控制系统—过程的接口任务；LOS 是局部操作台。

1.2.5 现场总线控制系统

现场总线控制系统（Fieldbus Control System, FCS）的结构如图 1-7 所示。

目前，现场总线控制系统是广泛应用于工业生产过程自动化领域的新型计算机控制系统。现场总线控制系统是利用现场总线实现各智能现场设备之间、各现场设备和控制装置之间互联，形成一个数字式、双向传输、多分支结构和多点通信的通信网络。

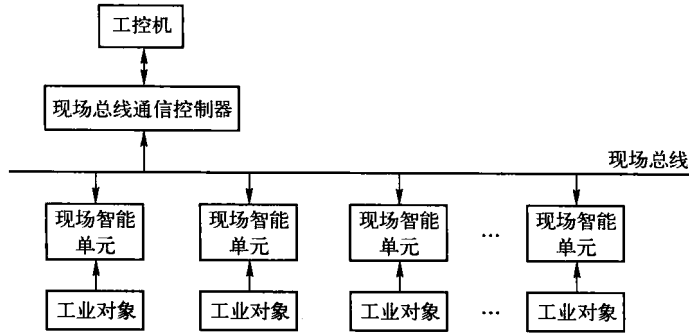


图 1-7 现场总线控制系统的结构

现场总线控制系统不同于分散型控制系统的“操作站—控制站—现场仪表”的 3 层结构模式，它采用了“工作站—现场总线智能仪表”的两层结构模式，降低了系统总成本，提高了可靠性，且在统一的国际标准下可实现真正的开放式互连系统结构，因此它是一种具有发展前途的真正分散控制系统。

1.2.6 计算机集成制造系统

计算机集成制造系统（Computer Integrated Manufacture System, CIMS）是在信息技术、自动化技术及有关生产技术基础上，建立全企业或全厂的包括经营决策、管理信息、生产调度、监督控制和直接控制在内的管理及控制全部生产活动的综合自动化系统。它不仅需要完成直接面向过程的控制和优化任务，还要在获取生产全部过程中尽可能多的信息基础上，进行整个生产过程的综合管理、指挥调度和经营管理。它将企业的生产、经营、管理、计划、销售等环节和企业人力、财力、设备等生产要素集成起来，进行统一控制，从而求得生产活动的最优化。

在工业生产过程中，连续性的生产过程，如炼油、化工、电力等称为流程工业。当 CIMS 用于流程工业时，简称流程 CIMS。流程 CIMS 的功能结构模型如图 1-8 所示。

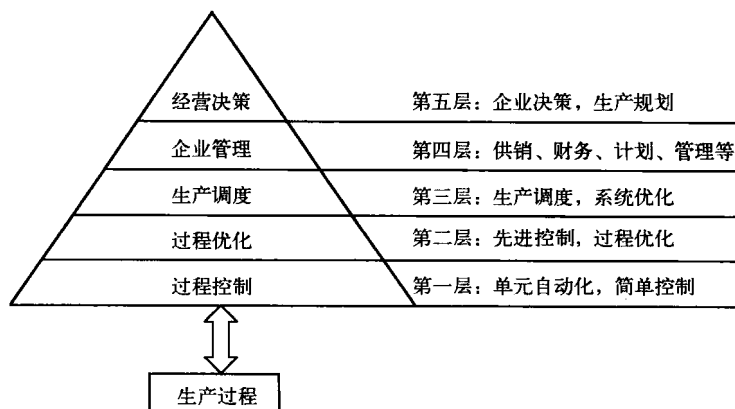


图 1-8 流程 CIMS 的功能结构模型

图 1-8 是一种递阶结构，实现递阶控制。所谓递阶控制是一种把所需完成的任务按层次分级的层状或树状的命令/反馈控制方式。高一级的控制次一级的动作，次一级则完成功能更具体的动作。流程 CIMS 的递阶控制共分为 5 层。其基本功能如下：

(1) 过程控制

系统实现对生产过程运行状态的检测、监视、常规控制和传统的先进控制。

(2) 过程优化

即过程监控，过程监控系统根据调度指令实现生产过程操作优化、先进控制、故障诊断、过程仿真等功能。当调度指令变化时，使生产装置的过程操作在保证质量的前提下始终处于最佳工作点附近。

(3) 生产调度

生产调度系统完成生产计划分解，同时根据生产的实际情况形成调度指令，即时地指挥生产，组织日常均衡生产和处理异常事件。

(4) 企业管理

该层可细分为经营管理、生产管理和人文管理，对厂级、车间、各科室的生产和业务信息实现集成管理，并依据经营决策指令制定和落实年、季、月综合计划。生产计划是综合计划的核心，管理信息系统将月计划指令下达给生产调度系统。

(5) 经营决策

经营决策系统是顶层功能，依据企业内部和外部信息对企业产品策略、中长远目标、发展规划和企业经营提出决策支持。

1.3 微型计算机控制系统的组成

微型计算机控制系统由硬件和软件两部分组成，其硬件部分的基本组成如图 1-9 所示。

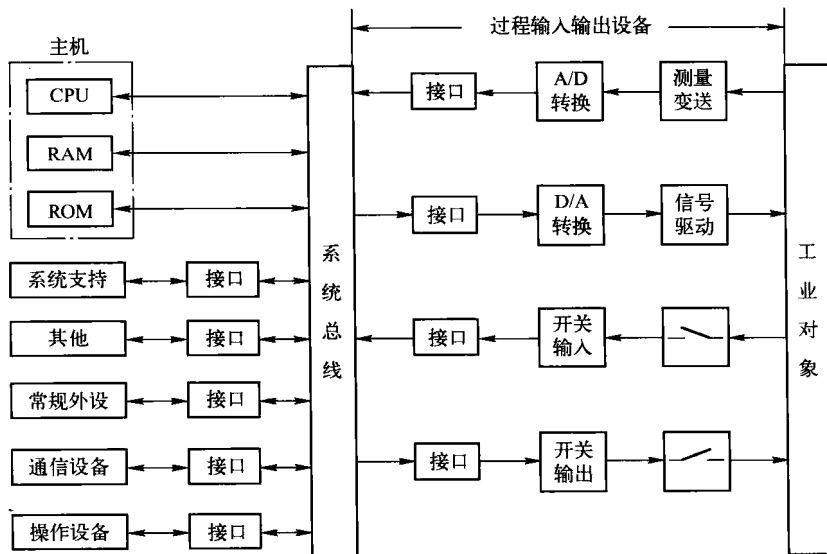


图 1-9 微型计算机控制系统的基本组成

1.3.1 硬件组成

微型计算机控制系统的硬件主要由主机（控制器）、过程输入输出通道（设备）、操作设备、常规外部设备、通信设备、系统支持功能等组成。

1. 主机

由微处理器、内存储器（RAM 和 ROM）和系统总线构成的主机是控制系统的核心。主机根据过程输入通道发送来的、反映生产过程工作状况的各种信息和已定的控制规律，作出相应的控制决策，并通过过程输出通道发出控制命令，达到预定的控制目的。

主机所产生的控制是按照人们预先安排好的程序进行的。能实现过程输入、控制和输出等功能的程序预先已放入内存，系统起动后，中央处理器（CPU）逐条取出并执行，产生预定控制作用。

2. 过程输入输出通道

过程输入输出通道，是在微型计算机和生产过程之间起信息传递和变换作用的装置，它包括模拟量输入通道（AI 通道）、数字量输入通道（DI 通道）、模拟量输出通道（AO 通道）和数字量输出通道（DO 通道）。

3. 操作设备

系统的操作设备是微型计算机控制系统中人机交互的关键设备。操作设备一般由液晶显示器（或其他显示器）、键盘、开关和指示灯等构成。操作员通过操作设备可以及时了解被控过程的运行状态及相关参数，对控制系统发出各种控制命令，并且通过操作设备修改控制方案和程序。

微型计算机控制系统的操作员分两种，即系统操作员和生产操作员。系统操作员负责建立和修改系统，如编制程序和组态等；生产操作员负责与生产过程运行有关的操作。为了安全和方便，系统操作员和生产操作员的操作设备一般是分开的。

4. 常规外部设备

常规外部设备指键盘、终端、打印机、绘图机、U 盘等微型计算机输入输出设备。

5. 通信设备

企业信息化的需求要求生产过程的数据和企业管理信息系统之间的信息需实时交换，基于 DCS 或 FCS 的微型计算机控制系统中，各微型计算机之间也需要通信，因此，通信设备已成为微型计算机控制系统的一个重要部分，通过通信设备可完成微型计算机控制系统的信息交换。

6. 系统支持功能

系统支持功能主要包含以下几部分。

(1) 监控定时器

俗称“看门狗（Watchdog）”，其主要作用是在系统因干扰或其他原因出现异常时，如“飞程序”或程序进入死循环等，使系统自动恢复正常运行，从而提高系统可靠性。

(2) 电源掉电检测

如果系统在运行过程中出现电源掉电故障，应能及时发现并保护当时的重要数据和 CPU 寄存器的内容，以保证复电后系统能从断点处继续运行。电源掉电检测电路能检测电源是否掉电，并能在掉电时产生非屏蔽中断请求。

(3) 保护重要数据的后备存储体

监控定时器和掉电保护功能均要有能保存重要数据的存储体支持。后备存储体容量不必太大，在系统掉电时能保证数据不会丢失，故常采用 NOVRAM、EEPROM 或带有后备电池的 SRAM。为了保证可靠、安全，系统存储器工作期间，后备存储体应处于上锁状态。

(4) 实时日历钟

实时日历钟使系统具有时间驱动能力，如在指定时刻产生某种控制或自动记录某个事件发生的时间等。实时日历钟在电源掉电时仍应正常工作。

(5) 总线匹配（或端接）

总线母板上的信号线在高速时钟频率下运行时均为传输长线，很可能产生反射和干扰信号，一般采用 RC 滤波网络予以克服。

1.3.2 软件组成

微型计算机控制系统的软件包含系统软件和应用软件两个部分。软件的优劣关系到硬件功能的发挥和对生产过程的控制品质和管理水平。

1. 系统软件

系统软件由生产厂家提供，专门用来使用和管理计算机的程序。系统软件一般包括汇编语言、高级算法语言、过程控制语言，以及它们的汇编、解释、编译程序，操作系统，数据库系统，通信网络软件，调试程序，诊断程序等。该类软件一般不需要用户自己设计，对用户来讲，它们只作为开发应用软件的工具。

2. 应用软件

应用软件是系统设计人员针对生产过程要求而编制的控制和管理程序。应用软件一般包括过程输入程序、过程控制程序、过程输出程序、打印显示程序、人机接口程序等。其中，过程控制程序是应用软件的核心，是控制方案和控制规律的具体实现。

1.4 微型计算机控制系统的发展概况及趋势

微型计算机控制系统是测量技术、计算机技术、通信技术和控制理论的结合。由于微型计算机具有大量存储信息的能力、较强的逻辑判断能力及其快速的运算能力，所以微型计算机控制系统能够解决常规控制系统所不能解决的难题，能够达到常规控制系统达不到的优异的性能指标，其发展前景非常广阔。

1.4.1 微型计算机控制系统的现状

随着微型计算机的发展，现在已有各种各样的微型计算机控制系统在工业生产中得到应用。根据其控制器的不同，可构成各种具有自身特色的微型计算机控制系统。

在微型计算机控制系统中，总线式工业控制微型计算机、可编程序控制器（PLC）、单片微型计算机、数字信号处理器（DSP）、智能调节器等，都是常用的控制器，以适应不同行业、不同工艺设备的需求。实际中，可根据被控对象的控制规模、工艺要求、控制特点和所完成的工作来确定选择以何种控制器构成的微型计算机控制系统。