

21世纪高等院校电气信息类规划教材

JISUANJI KONGZHI JISHU JI GONGCHENG YINGYONG

# 计算机控制技术 及工程应用 (第2版)

林敏 编著

赠送多媒体课件



国防工业出版社

National Defense Industry Press

21 世纪高等院校电气信息类规划教材

# 计算机控制技术及工程应用

## (第 2 版)

林 敏 编著

国防工业出版社

· 北京 ·

## 内 容 简 介

本书以 PC 总线工业控制计算机为主线,阐述了计算机的控制技术及工程应用。全书共分 14 章,内容包括:计算机控制概述,模拟量输出通道,模拟量输入通道,数字量输入/输出通道,键盘及其接口技术,显示器及其接口技术,数据处理技术,抗干扰技术,数字控制器的设计,控制网络技术,IPC 与 PLC,DCS 与 FCS,监控组态软件,控制系统设计与工程实现。

本书可用做高等学校自动化、电子与电气工程、机电一体化、计算机应用等专业本科生的教材及参考书,也可作为高等教育自学教材及有关工程技术人员的参考书。

### 图书在版编目(CIP)数据

计算机控制技术及工程应用/林敏编著. —2 版. —北京:  
国防工业出版社,2010.6  
21 世纪高等院校电气信息类规划教材  
ISBN 978 - 7 - 118 - 06846 - 7

I. ①计... II. ①林... III. ①计算机控制 - 高等学校 - 教材 IV. ①TP273

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2010)第 085971 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 100048)

北京奥鑫印刷厂印刷

新华书店经售

\*

开本 787 × 1092 1/16 印张 20¼ 字数 496 千字  
2010 年 6 月第 2 版第 1 次印刷 印数 1—4000 册 定价 36.00 元

(本书如有印装错误,我社负责调换)

国防书店:(010)68428422

发行邮购:(010)68414474

发行传真:(010)68411535

发行业务:(010)68472764

# 前 言

本书第1版自2005年出版以来,已在相当多的工科院校中得以应用,至今发行销售了14000册。作为一门电气信息类的高年级专业课,又面对着市场上约二三十种同类教材的竞争,应当说本书在高校师生和图书市场中已占有稳固的一席之地。

在获得广大高校师生充分肯定的同时,我们也陆续收到了读者提出的一些宝贵意见。与此同时,作为融合自动化、计算机、通信网络等技术的计算机控制系统的发展极其迅速。因此,对本书进行修订再版是十分必要的。

本书作者从20世纪80年代初至今,在大连工业大学信息科学与工程学院和大连理工大学城市学院从事计算机控制以及检测技术、自动化仪表、过程控制、自动化系统设计的教学、科研和工程工作,获得了诸如省精品课程、省精品教材、省教学成果、省自然科学学术成果、省多媒体教育软件大赛等系列奖。这次对本书的修订,进一步总结、汇集了作者多年的教学经验和科研成果;同时吸纳了读者的反馈信息,补充了最新的知识内容,在一些论证、举例、描述等方面作了进一步的充实、提高,使之更趋合理与完善。

计算机控制技术是电气信息类专业的一门主干核心课程。而电气信息类专业培养人才的终极目标和设置的课程体系因不同层次的高校又会有所不同。本书侧重于应用主导型自动化专业的培养需求,重点突出对实体的控制即工程应用方面的知识结构与知识体系。

再版书面向21世纪人才培养的需求,立足于对学生自主学习能力和实践创新精神的培养。其特点如下:在总体布局上考虑到计算机控制装置不同的机型种类及相同的构成原理与功能,紧紧围绕PC总线工业控制计算机这条主线,又兼顾到单片机、智能仪表、PLC、DCS与FCS等典型控制装置的通用技术与性能特点;在内容编排上既考虑了新颖、先进、全面,又注重对关键知识点的透彻剖析和硬件、软件的融合;在讲授思路上,无论是一章还是一节,都遵循由局部到综合、由硬件到软件、由单机到系统、由个性到共性,而且由浅入深、前后呼应的顺序;在原理方法的阐述上,尽量避免高深的数学理论与推导,突出工程实用的接口电路与简洁易懂的程序软件。总之,再版书立足于理论与实际的结合、硬件电路与软件编程的融合以及新技术、新成果的及时引入。这不仅符合科学技术本身的发展规律,而且更易于达到说理透彻、相辅相成、深入浅出的效果,也更有利于学生综合应用能力的提高。

再版书以PC总线工业控制计算机为主线,阐述了计算机的控制技术及工程应用,介绍了当前工控市场中的几种典型控制装置。全书共分14章。第1章概要介绍了计算机控制系统的基本概念、结构组成、系统分类与装置种类。第2章至第6章详细阐述了一个工业计算机控制系统各个部分硬件、软件的基本组成、工作原理及接口技术,分别介绍了计算机控制系统的模拟量输出通道,模拟量输入通道,数字量输入、输出通道,键盘接口技术与显示器接口技术。第7章讨论了计算机控制系统对测量数据的处理技术。第8章介绍了计算机控制系统对恶劣环境的硬件、软件抗干扰技术。第9章讨论了数字控制器的连续化设计与离散化设计以及数字串级控制器、前馈控制器、程序控制器的设计。第10章论述了计算机控制系统之间的通信

网络技术以及两种常用串行通信总线及工业以太网。第 11 章介绍了中小型计算机控制系统的两种主流模式——IPC 与 PLC。第 12 章介绍了大中型计算机控制系统的两种主流模式——DCS 与 FCS。第 13 章论述了当前主流控制软件——可视化监控组态软件。第 14 章分别介绍了由单片机、工控机、智能仪表、PLC 与 DCS 等不同装置构成的不同类型的计算机控制系统的工程应用实例。

另外,作者在长期教学实践中总结出一套教学方案与授课技巧,并针对芯片结构、接口电路及相应程序等知识点编制了大量精致深刻的动画解说演示,为从事该课程的教师提供了极好的 CAI 教学资源,并有助于构建任课教师自己的个性化教案。本次再版中,完全免费公开了包括 80 余幅动画配音解说的多媒体课件(获得辽宁省教育软件大赛二等奖),读者可从出版社免费索取(联系人:熊思华;电话:010-68455515;Email:shxiong@ndip.cn)。大连工业大学省级精品课程教学资源网(<http://jsjkzjs.jpk.dlpu.edu.cn/>)上有本书的电子课件,欲了解本书基本内容,敬请浏览。

这次再版,还增加了章末部分思考题的解答,对一些不易解答或推导计算均给出了参考答案。

本书由大连工业大学林敏(还任职于大连理工大学城市学院)主编并统稿,其中第 5 章、第 10 章由大连工业大学王裕如编写,第 9 章由大连理工大学城市学院崔杏利编写,其余各章节均由林敏编写。

在编写过程中,还得到了于忠得、崔远慧、葛日波、于晓海等老师的热情帮助,以及第 1 版书作者的支持,大连海事大学赵永生教授、大连交通大学唐明新教授、大连理工大学城市学院张明君教授提出了一些中肯建议。书中以及课件中的所有插图都是由学生丁丹萍、赵丹丹、刘芳、赖红娇、李文艺、衣福印、林志雄等精心绘制的。在此一并表示诚挚的谢意!

本书在编写过程中,吸纳了许多兄弟院校计算机控制方面教材的长处,在此也表示由衷的感谢!

由于作者水平有限,加之计算机控制技术的发展如此之快,书中难免有缺点或不足之处,敬请各位同行与读者批评指正。

林敏邮箱:lin\_min\_48@163.com

林 敏

2010 年 3 月于辽宁大连

# 目 录

<b>第 1 章 计算机控制概述</b> .....	1
1.1 控制系统组成.....	1
1.1.1 控制系统概念 .....	1
1.1.2 硬件组成 .....	3
1.1.3 软件组成 .....	4
1.2 控制系统分类.....	6
1.2.1 数据采集系统 .....	6
1.2.2 操作指导控制系统 .....	6
1.2.3 直接数字控制系统 .....	7
1.2.4 监督计算机控制系统 .....	7
1.2.5 分散控制系统 .....	8
1.2.6 现场总线控制系统 .....	8
1.2.7 计算机集成制造系统 .....	9
1.3 控制装置种类.....	9
1.3.1 可编程控制器.....	10
1.3.2 可编程调节器.....	10
1.3.3 总线式工控机.....	10
1.3.4 嵌入式计算机系统.....	11
1.3.5 其他控制装置.....	11
本章小结.....	12
思考题.....	12
<b>第 2 章 模拟量输出通道</b> .....	13
2.1 D/A 转换器 .....	14
2.1.1 工作原理与性能指标.....	14
2.1.2 8 位 DAC0832 芯片 .....	16
2.1.3 12 位 DAC1210 芯片 .....	17
2.2 接口电路 .....	18
2.2.1 DAC0832 接口电路 .....	18
2.2.2 DAC1210 接口电路 .....	19
2.3 输出方式 .....	20

2.3.1	电压输出方式	20
2.3.2	电流输出方式	22
2.3.3	自动/手动切换输出方式	24
2.4	D/A 转换模板	25
2.4.1	D/A 转换模板的通用性	25
2.4.2	D/A 转换模板的设计举例	26
	本章小结	28
	思考题	28
<b>第 3 章</b>	<b>模拟量输入通道</b>	<b>29</b>
3.1	信号调理电路	29
3.2	多路模拟开关	30
3.2.1	结构原理	30
3.2.2	扩展电路	31
3.3	前置放大器	32
3.3.1	测量放大器	32
3.3.2	可变增益放大器	32
3.4	采样保持器	33
3.4.1	数据采集定理	34
3.4.2	零阶采样保持器	34
3.5	A/D 转换器	36
3.5.1	工作原理与性能指标	36
3.5.2	ADC0809 及其接口电路	40
3.5.3	AD574A 芯片及其接口电路	44
3.6	A/D 转换模板	46
	本章小结	49
	思考题	49
<b>第 4 章</b>	<b>数字量输入/输出通道</b>	<b>50</b>
4.1	光电耦合隔离技术	50
4.1.1	光电耦合隔离器	50
4.1.2	光电耦合隔离电路	51
4.2	数字量输入通道	52
4.2.1	开关输入电路	52
4.2.2	脉冲计数电路	53
4.3	数字量输出通道	54
4.3.1	三极管驱动电路	54
4.3.2	继电器驱动电路	55

4.3.3	晶闸管驱动电路	56
4.3.4	固态继电器驱动电路	57
4.4	DI/DO 模板	58
	本章小结	59
	思考题	59
<b>第 5 章</b>	<b>键盘及其接口技术</b>	<b>60</b>
5.1	键盘输入电路	60
5.1.1	键盘的抖动干扰	60
5.1.2	抖动干扰的消除	60
5.2	非编码独立式键盘	61
5.2.1	查询法接口电路	62
5.2.2	中断法接口电路	63
5.3	非编码矩阵式键盘	64
5.3.1	矩阵式键盘的结构组成	64
5.3.2	矩阵式键盘的程序设计	65
5.4	编码键盘	67
5.4.1	二进制编码器	67
5.4.2	编码键盘接口电路	68
	本章小结	69
	思考题	70
<b>第 6 章</b>	<b>显示器及其接口技术</b>	<b>71</b>
6.1	LED 显示器	71
6.1.1	LED 显示器的结构原理	71
6.1.2	LED 显示器的显示方式	73
6.1.3	LED 显示器接口电路	75
6.2	LCD	79
6.2.1	LCD 的结构原理	79
6.2.2	LCD 的驱动方式	80
6.2.3	段位式 LCD 接口电路	82
6.2.4	点阵式 LCD 接口电路	84
6.3	图形显示器	87
6.3.1	图形显示器概述	87
6.3.2	图形显示画面	88
	本章小结	92
	思考题	92



<b>第 7 章 数据处理技术</b> .....	93
7.1 测量数据预处理技术 .....	93
7.1.1 系统误差的自动校准 .....	93
7.1.2 数据字长的预处理 .....	94
7.2 数字滤波方法 .....	95
7.2.1 平均值滤波 .....	95
7.2.2 中值滤波 .....	96
7.2.3 限幅滤波 .....	97
7.2.4 惯性滤波 .....	97
7.3 标度变换算法 .....	98
7.3.1 线性式变换 .....	98
7.3.2 非线性式变换 .....	100
7.3.3 多项式变换 .....	101
7.3.4 查表法 .....	103
7.4 越限报警处理 .....	104
7.4.1 越限报警程序 .....	104
7.4.2 越限报警方式 .....	105
本章小结 .....	107
思考题 .....	108
<b>第 8 章 抗干扰技术</b> .....	109
8.1 干扰的来源与传播途径 .....	109
8.1.1 干扰的来源 .....	109
8.1.2 干扰的传播途径 .....	110
8.2 硬件抗干扰措施 .....	111
8.2.1 串模干扰的抑制 .....	111
8.2.2 共模干扰的抑制 .....	113
8.2.3 长线传输干扰的抑制 .....	116
8.2.4 信号线的选择与敷设 .....	118
8.2.5 电源系统的抗干扰 .....	119
8.2.6 接地系统的抗干扰 .....	123
8.3 软件抗干扰措施 .....	126
8.3.1 指令冗余技术 .....	126
8.3.2 软件陷阱技术 .....	126
8.4 程序运行监视系统 .....	127
8.4.1 Watchdog Timer 工作原理 .....	127
8.4.2 Watchdog Timer 实现方法 .....	128

本章小结 .....	128
思考题 .....	129
<b>第 9 章 数字控制器的设计</b> .....	<b>130</b>
9.1 数字控制器的连续化设计 .....	130
9.1.1 数字控制器的连续化设计步骤 .....	130
9.1.2 PID 控制规律 .....	132
9.1.3 数字 PID 控制算法 .....	135
9.1.4 改进的数字 PID 控制算法 .....	137
9.1.5 数字 PID 参数的整定 .....	142
9.2 数字控制器离散化设计 .....	146
9.2.1 数字控制器的离散化设计步骤 .....	146
9.2.2 最少拍控制系统的设计 .....	147
9.2.3 纯滞后控制 .....	155
9.3 数字串级控制器的设计 .....	159
9.3.1 串级控制的结构和原理 .....	160
9.3.2 串级控制系统的确定 .....	161
9.3.3 数字串级控制算法 .....	161
9.4 数字前馈控制器的设计 .....	162
9.4.1 前馈控制的结构和原理 .....	162
9.4.2 前馈—反馈控制结构 .....	163
9.4.3 数字前馈—反馈控制算法 .....	164
9.5 数字程序控制器的设计 .....	165
9.5.1 数字程序控制基础 .....	165
9.5.2 逐点比较法插补原理 .....	167
9.5.3 步进电机控制技术 .....	175
本章小结 .....	180
思考题 .....	180
<b>第 10 章 控制网络技术</b> .....	<b>182</b>
10.1 数据通信基础 .....	182
10.1.1 数据通信系统 .....	182
10.1.2 数据传输编码 .....	185
10.1.3 多路复用技术 .....	187
10.1.4 通信同步技术 .....	189
10.1.5 常用传输介质 .....	191
10.2 通信网络技术 .....	191
10.2.1 网络拓扑结构 .....	191

10.2.2	网络控制方法 .....	192
10.2.3	差错控制技术 .....	193
10.3	网络体系结构 .....	195
10.4	串行通信总线 .....	198
10.4.1	RS-232C 通信总线 .....	198
10.4.2	RS-422/485 通信总线 .....	203
10.5	工业以太网 .....	206
10.5.1	以太网及其优势 .....	207
10.5.2	工业以太网的关键技术 .....	207
10.5.3	基于以太网的控制网络系统 .....	208
10.5.4	几种典型的实时以太网 .....	210
	本章小结 .....	211
	思考题 .....	211
<b>第 11 章</b>	<b>IPC 与 PLC .....</b>	<b>212</b>
11.1	IPC 结构组成 .....	212
11.1.1	硬件组成 .....	212
11.1.2	软件组成 .....	213
11.2	IPC 总线结构 .....	214
11.2.1	内部总线 .....	214
11.2.2	外部总线 .....	217
11.3	IPC 功能特点 .....	217
11.4	IPC 产品简介 .....	218
11.4.1	工业计算机机箱 .....	218
11.4.2	工业级底板 .....	219
11.4.3	工业级 CPU 卡 .....	219
11.4.4	PCI 总线 I/O 卡 .....	220
11.5	PLC 结构组成 .....	222
11.5.1	CPU 模块 .....	222
11.5.2	I/O 模块 .....	223
11.5.3	编程装置 .....	224
11.5.4	电源 .....	224
11.5.5	PLC 的物理结构 .....	224
11.6	PLC 编程语言 .....	225
11.7	PLC 工作过程 .....	228
11.8	PLC 功能特点 .....	230
11.9	PLC 产品简介 .....	231
11.9.1	CPU 模块 .....	231

11.9.2	数字量扩展模块 .....	232
11.9.3	模拟量扩展模块 .....	232
11.9.4	热电偶、热电阻扩展模块 .....	233
11.9.5	通信模块 .....	233
11.9.6	通信处理器 .....	233
11.9.7	中文显示屏 .....	233
11.9.8	编程软件 .....	234
	本章小结 .....	234
	思考题 .....	235
<b>第 12 章</b>	<b>DCS 与 FCS</b> .....	<b>236</b>
12.1	DCS 体系结构 .....	236
12.1.1	分散过程控制级 .....	237
12.1.2	集中操作监控级 .....	238
12.1.3	综合信息管理级 .....	240
12.1.4	通信网络系统 .....	240
12.2	DCS 功能特点 .....	240
12.2.1	DCS 的软件 .....	241
12.2.2	DCS 的特点 .....	241
12.3	DCS 产品简介 .....	241
12.3.1	TDC - 3000 .....	242
12.3.2	I/AS .....	243
12.3.3	SUPCON JX - 300 .....	245
12.4	FCS 体系结构 .....	246
12.5	FCS 功能特点 .....	248
12.5.1	FCS 的特点 .....	248
12.5.2	FCS 的组态 .....	249
12.6	FCS 产品简介 .....	249
12.6.1	CAN .....	249
12.6.2	Lon Works .....	250
12.6.3	PROFIBUS .....	250
12.6.4	WorldFIP .....	250
12.6.5	HART .....	251
12.6.6	FF .....	251
	本章小结 .....	252
	思考题 .....	252
<b>第 13 章</b>	<b>监控组态软件</b> .....	<b>253</b>
13.1	组态软件及其发展 .....	253

13.1.1	组态软件的发展趋势 .....	253
13.1.2	组态软件的特点 .....	254
13.1.3	使用组态软件的一般步骤 .....	254
13.2	组态软件的图形开发环境 .....	255
13.2.1	基本概念 .....	255
13.2.2	图形开发环境的工作界面 .....	255
13.3	工艺流程图的组态 .....	257
13.3.1	建模 .....	257
13.3.2	变量的定义 .....	258
13.3.3	画面的编辑与动画连接 .....	261
13.4	复杂图形对象的组态及应用 .....	265
13.4.1	趋势曲线 .....	265
13.4.2	报表生成 .....	267
13.4.3	报警和事件 .....	269
13.4.4	配方管理 .....	271
13.5	程序的运行与调试 .....	272
13.5.1	运行系统设置 .....	273
13.5.2	运行系统 .....	273
	本章小结 .....	273
	思考题 .....	274
<b>第 14 章</b>	<b>控制系统设计与工程实现 .....</b>	<b>275</b>
14.1	控制系统的设计原则 .....	275
14.2	控制工程的实现步骤 .....	276
14.2.1	准备阶段 .....	277
14.2.2	设计阶段 .....	278
14.2.3	仿真及调试阶段 .....	282
14.2.4	现场调试运行阶段 .....	283
14.3	控制工程的应用实例 .....	284
14.3.1	水槽水位单片机控制系统 .....	284
14.3.2	循环水装置 IPC 控制系统 .....	285
14.3.3	中水回用 PLC 控制系统 .....	289
14.3.4	聚合釜温压仪表控制系统 .....	293
14.3.5	基于 PLC 与 IPC 的锅炉综合控制系统 .....	297
	本章小结 .....	303
	思考题 .....	303
	<b>部分思考题参考答案 .....</b>	<b>305</b>
	<b>参考文献 .....</b>	<b>310</b>

# 第1章 计算机控制概述

## 本章要点

1. 计算机控制系统组成
2. 计算机控制系统分类
3. 计算机控制装置种类

计算机控制技术及工程应用是把计算机技术与自动化控制系统融为一体的一门综合性学科。从计算机应用的角度出发,自动化控制工程是其重要的一个应用领域;而从自动化控制工程来看,计算机技术又是一个主要的实现手段。用于自动化控制的计算机系统一般统称为工业控制计算机,它与用于计算及数据处理的商务计算机是两类不同用途、不同结构的计算机。

现在,当你走进一个全自动化的生产车间,不仅人迹少见,而且原来许多常规的控制仪表和调节器也已被工业计算机所取代,计算机正在全天候地监控着整个生产过程,对温度、压力、流量、物位、成分、转数、位置等各种信息进行采样与处理,显示并打印各种参数和统计数字,并输出控制指令以操纵生产过程按规定方式和技术要求运行,从而完成控制与管理任务。

本书立足于工业自动化的领域,讨论这种不同于普通计算机的计算机控制系统的结构组成、相关技术及其工程应用。

## 1.1 控制系统组成

本节介绍计算机控制系统的概念及其硬件、软件组成。

### 1.1.1 控制系统概念

计算机控制系统是由常规仪表控制系统演变而来的。如图1-1所示,常规仪表组成的自动控制系统根据不同的控制要求,一般分成闭环控制与开环控制两种结构形式。

在图1-1(a)闭环控制系统中,测量变送器对被控对象进行检测,把被控量如温度、压力等物理量转换成电信号再反馈到控制器中,控制器将此测量值与设定值进行比较形成偏差输入,并按照一定的控制规律产生相应的控制信号驱动执行器工作,执行器产生的操纵变量使被控对象的被控量跟踪趋近设定值,从而实现自动控制稳定生产的目的。这种信号传递形成了闭合回路,所以称此为按偏差进行控制的闭环反馈控制系统。

在图1-1(b)开环控制系统中,与闭环控制系统不同,它不需要被控对象的测量反馈信号,控制器直接根据设定值驱动执行器去控制被控对象,所以这种信号的传递是单方向的。通常所说的程序(顺序)控制系统属于这类开环控制系统。显然,开环控制系统

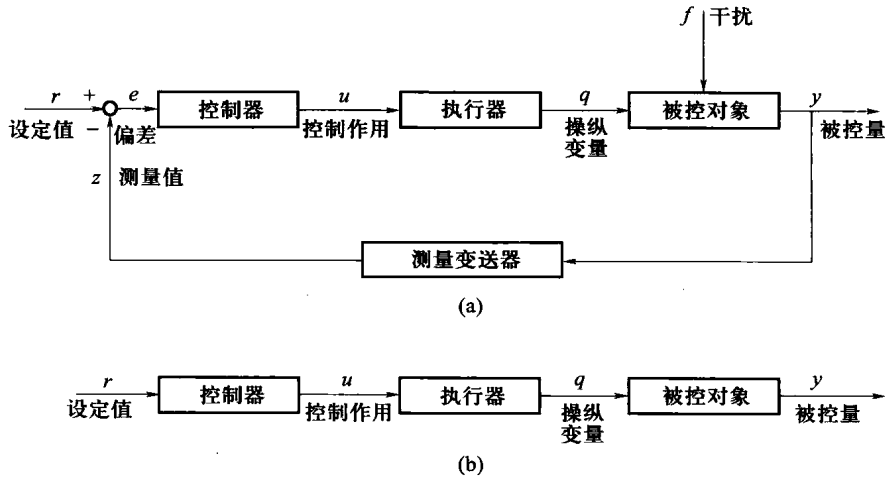


图 1-1 常规仪表控制系统框图

(a) 闭环控制系统; (b) 开环控制系统。

不能自动消除被控量与设定值之间的偏差,控制性能不如闭环控制系统。大多数控制系统即所谓定值控制系统均采用闭环控制系统,因此,通常意义下的自动控制系统也是指闭环控制系统。

计算机闭环控制系统的原理组成如图 1-2 所示。它是把图 1-1 中的控制器用控制计算机即微型计算机及 A/D(模/数)转换接口与 D/A(数/模)转换接口代替,由于计算机采用的是数字信号传递,而一次仪表多采用模拟信号传递,因此需要有 A/D 转换器将模拟量转换为数字量作为其输入信号,以及 D/A 转换器将数字量转换为模拟量作为其输出信号。

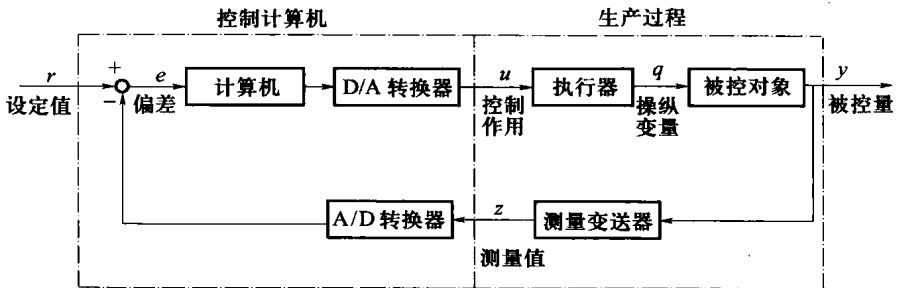


图 1-2 计算机闭环控制系统原理图

计算机控制系统的监控过程可归结为以下三个步骤:

- (1) 实时数据采集:对来自测量变送器的被控量的瞬时值进行采集和输入。
- (2) 实时数据处理:对采集到的被控量进行分析、比较和处理,按一定的控制规律运算,进行控制决策。
- (3) 实时输出控制:根据控制决策,适时地对执行器发出控制信号,完成监控任务。

上述过程不断重复,使整个系统按照一定的品质指标正常稳定地运行,一旦被控量和设备本身出现异常状态,计算机能实时监督并迅速处理。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,超过这个时间,就会失去控制时机。“实时”是一个相对概念,如大型水池的液位控制,由于时间惯性很大,延时几秒乃至几十秒仍然是“实时”的;而套色印刷机的拖动电机控制,“实时”一般是指几毫秒或更短的时间。

一个完整的计算机控制系统是由硬件和软件两大部分组成。

### 1.1.2 硬件组成

计算机控制系统的硬件一般是由主机、常规外部设备、过程输入/输出(I/O)通道、操作台和通信设备等组成,如图1-3所示。

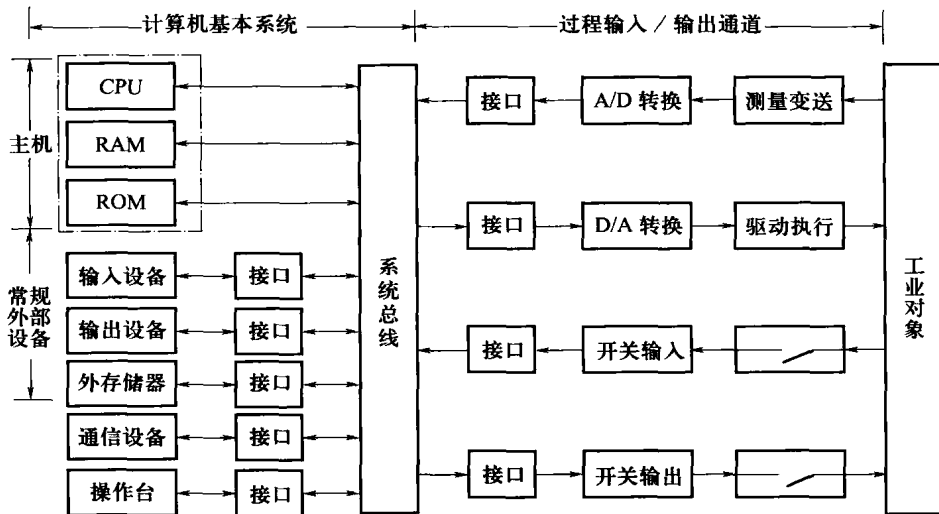


图 1-3 计算机控制系统硬件组成框图

#### 1. 主机

由 CPU（中央处理器）、RAM（随机存储器）、ROM（只读存储器）和系统总线构成的主机是控制系统的指挥部。主机根据过程输入通道发送来的反映生产过程工况的各种信息,以及预定的控制算法,作出相应的控制决策,并通过过程输出通道向生产过程发送控制命令。

主机所产生的各种控制是按照人们事先安排好的程序进行的。这里,实现信号输入、运算控制和命令输出等功能的程序已预先存入内存,当系统启动后,CPU 就从内存中逐条取出指令并执行,以达到控制目的。

#### 2. 常规外部设备

实现主机和外界信息交换功能的设备称为常规外部设备,简称外设。它由输入设备、输出设备和外存储器等组成。

输入设备有键盘、光电输入机、扫描仪等,用来输入程序、数据和操作命令。

输出设备有打印机、绘图机、显示器等,用来把各种信息和数据提供给操作者。

外存储器有磁盘装置、磁带装置、光驱装置,兼有输入、输出两种功能,用于存储系统程序和数据。

这些常规的外部设备与主机组成的计算机基本系统,即通常所说的普通计算机。



### 3. 过程输入/输出通道

在计算机与生产过程被控对象之间起着信息传递和变换作用的连接装置,称为过程输入通道和过程输出通道,统称为过程通道。

过程输入通道又分为模拟量输入通道和数字量输入通道两种。模拟量输入通道,简称 A/D 或 AI 通道,是用来把模拟量输入信号转变为数字信号的;数字量输入通道,简称 DI 通道,是用来输入开关量信号或数字量信号的。

过程输出通道又分为模拟量输出通道和数字量输出通道两种。模拟量输出通道,简称 D/A 或 AO 通道,是用来把数字信号转换成模拟信号后再输出的;数字量输出通道,简称 DO 通道,是用来输出开关量信号或数字量信号的。

### 4. 操作台

操作台是操作员与计算机控制系统之间进行联系的纽带,可以完成向计算机输入程序、修改数据、显示参数以及发出各种操作命令等功能。普通操作台一般由阴极射线管(CRT)显示器、发光二极管(LED)显示器或液晶显示器(LCD)、键盘、开关和指示灯等各种物理分类器件组成;高级操作台也可由彩色液晶触摸屏构成。

操作员分为系统操作员与生产操作员两种。系统操作员负责建立和修改控制系统,如编制程序和系统组态;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。

### 5. 通信设备

现代化工业生产过程的规模比较大,其控制与管理也很复杂,往往需要几台或几十台计算机才能分级完成。这样,在不同地理位置、不同功能的计算机之间就需要通过通信设备连接成网络,以进行信息交换。

## 1.1.3 软件组成

上述硬件只能构成裸机,仅为计算机控制系统的躯体。要使计算机正常运行并解决各种问题,必须为它编制软件。所谓软件是指完成各种功能的计算机程序的总和,它是计算机控制系统的神经中枢,整个系统的动作都是在软件程序指挥下协调工作的。因此,软件的优劣直接关系到计算机的正常运行和推广应用。

软件通常分为系统软件和应用软件两大类:系统软件是面向计算机硬件系统本身的软件,可解决普遍性问题;而应用软件则是指面向特定问题的软件,可解决特殊性问题,是在系统软件的支持下运行的。

如图 1-4 所示,系统软件一般包括操作系统、语言处理程序、数据库管理系统和实用工具软件等。操作系统是系统软件的核心,它提供了软件的开发环境和运行环境;语言处理程序的作用是把人们编写的源程序转换成计算机能识别并执行的程序;数据库管理系统能有效地实现数据信息的存储、更新、查询、检索、通信控制等;实用工具软件主要用于对程序进行编辑、装配链接、调试以及对系统程序进行监控与维护等。

控制系统中的应用软件是用户针对生产过程要求而编制的各种应用程序,可分为过程监视、过程控制计算、公共服务等程序。目前也有一些专门用于控制工程的组态软件,如国外的 Intouch、FIX、Cimplicity、WinCC 等以及国内的组态王、MCGS、力控、Synall 等组态软件。这些应