



普通高等教育“十一五”国家级规划教材



高等院校自动化新编系列教材

计算机控制技术

COMPUTER CONTROL TECHNOLOGY

(第3版)

顾德英 罗云林 马淑华 编著



北京邮电大学出版社
www.buptpress.com



普通高等教育“十一五”国家级规划教材



高等院校自动化新编系列教材

计算机控制技术

(第3版)

顾德英 罗云林 马淑华 编著



北京邮电大学出版社
www.buptpress.com

内 容 简 介

本书第2版是“十一五”国家级规划教材。全面系统地阐述了计算机控制系统的设计、工程实现方法及应用。全书共分10章,主要内容包括计算机控制系统概述、工业控制计算机、输入输出接口与过程通道技术、计算机控制系统抗干扰技术、数字控制技术、常规与复杂控制技术、计算机控制系统软件设计、先进控制技术、工业控制网络技术,以及计算机控制系统设计与实现。

本书的编写体系新颖,兼顾理论基础与实际应用,突出了系统性和实践性,并充实了计算机控制领域最新的技术理论和方法及作者的部分科研成果。

本书可作为高等院校自动化、测控技术、电子与电气工程、机电一体化等专业的教材,也可供这些领域的工程技术人员用作参考书或培训教材。

图书在版编目(CIP)数据

计算机控制技术/顾德英,罗云林,马淑华编著.--3版.--北京:北京邮电大学出版社,2012.6

ISBN 978-7-5635-3005-2

I. 计… II. ①顾…②罗…③马… 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(2012)第080712号

书 名: 计算机控制技术(第3版)

著作责任者: 顾德英 罗云林 马淑华 编著

责任编辑: 付兆华

出版发行: 北京邮电大学出版社

社 址: 北京市海淀区西土城路10号(邮编:100876)

发行部: 电话: 010-62282185 传真: 010-62283578

E-mail: publish@bupt.edu.cn

经 销: 各地新华书店

印 刷: 北京联兴华印刷厂

开 本: 787 mm×1 092 mm 1/16

印 张: 18.5

字 数: 438千字

印 数: 1—3 000册

版 次: 2006年2月第1版 2007年4月第2版 2012年6月第3版 2012年6月第1次印刷

ISBN 978-7-5635-3005-2

定 价: 38.00元

· 如有印装质量问题,请与北京邮电大学出版社发行部联系 ·

前 言

计算机控制技术广泛应用于工业、国防和民用等领域。随着计算机技术、高级控制策略、检测与传感技术、现场总线智能仪表、通信与网络技术的高速发展,计算机控制技术已逐步成熟,正在向集成化、智能化、网络化、绿色化发展。目前计算机控制技术已成为高等工院校各类自动化、测控技术与仪器、机电一体化等专业的主干课程。

本书第2版是普通高等教育“十一五”国家级规划教材。全书共分10章,其中第1章主要介绍计算机控制系统的工作原理、结构组成、系统分类和计算机控制的发展趋势;第2章重点介绍IPC的结构组成、总线技术、输入输出接口模板的功能,并介绍了PLC、嵌入式系统的结构及应用;第3章详细阐述了输入输出接口及信息通道的工作原理,包括数字量输入/输出通道、模拟量输入通道、模拟量输出通道及人机交互通道技术等;第4章介绍了计算机系统抗干扰技术;第5章介绍了数字控制技术及步进电机等的控制技术;第6章介绍了常规和复杂控制技术;第7章主要介绍了计算机控制系统软件设计,包括程序设计方法、线性化处理、标度变换、数字滤波技术、监控组态软件等;第8章介绍了先进控制技术;第9章介绍了网络控制技术,包括工业DCS、现场总线技术、综合自动化和物联网等技术;第10章详细阐述了计算机控制系统工程设计方法,并给出了多种设计实例。

本书采用硬件与软件相结合的方式讲述。以PC总线工控机(IPC)为主线,兼顾PLC、嵌入式系统等控制器,遵循由硬件到软件、由单机到系统、由个性到共性的顺序,由浅入深的编写思路。以熟练掌握基本理论和工程设计方法为目标,培养学生运用所学知识分析、解决实际问题的能力,提高其综合素质。

本书是在编委会组织编写人员进行广泛的调研及科学合理的策划、对教材内容及体系结构进行细致认真的审定和推敲、确定编写大纲的基础上,由顾德英、罗云林、马淑华具体组织编写工作并担任主编,刘丽、孙文义、单立群、刘彦昌参加了编写工作。其中第1章、第2章、第4章、第10章由顾德英、罗云林、单立群、孙文义编写;第3章、第5章、第6章、第7章由马淑华、刘丽、刘彦昌编写;第8章、第9章由顾德英、罗云林、刘彦昌编写。在本书编写过程中,得到了东北大学秦皇岛分校、中国民航大学、东北石油大学等院校的大力支持,在此表示衷心的感谢!

本书也吸取了许多兄弟院校的计算机控制方面教材的长处,在此表示由衷的感谢!

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

作 者

目 录

第 1 章 计算机控制系统概述	1
1.1 计算机控制系统特征与组成	1
1.1.1 计算机控制系统的特征与工作原理	1
1.1.2 计算机控制系统的工作原理	3
1.1.3 计算机控制系统的硬件组成	4
1.1.4 计算机控制系统软件	5
1.2 计算机控制系统的分类	6
1.2.1 操作指导控制系统	6
1.2.2 直接数字控制系统	6
1.2.3 监督计算机控制系统	7
1.2.4 集散控制系统	8
1.2.5 现场总线控制系统	9
1.2.6 综合自动化系统	9
1.3 计算机控制的发展概况及发展趋势.....	10
1.3.1 计算机控制系统的发展过程.....	10
1.3.2 计算机控制理论的发展概况.....	11
1.3.3 计算机控制系统的发展趋势.....	14
习题 1	15
第 2 章 工业控制计算机	16
2.1 工控机.....	16
2.1.1 IPC 的组成与特点	16
2.1.2 IPC 的内部总线	19
2.1.3 IPC 的外部总线	24
2.1.4 IPC 输入/输出模板	30
2.1.5 IPC 的主要产品	32
2.2 可编程控制器(PLC)	37
2.2.1 可编程控制器的基本结构.....	37
2.2.2 可编程控制器的分类与特点.....	39
2.2.3 可编程控制器的主要产品.....	41
2.3 嵌入式系统.....	44
2.3.1 嵌入式系统的组成与特点.....	44

2.3.2 典型的嵌入式微处理器	48
2.3.3 典型的微控制器	51
习题2	52
第3章 输入输出接口与信息通道技术	53
3.1 数字量输入输出通道	53
3.1.1 数字量输入输出接口技术	53
3.1.2 数字量输入通道	54
3.1.3 数字量输出通道	56
3.2 模拟量输入通道	57
3.2.1 模拟量输入通道的组成	57
3.2.2 信号调理	57
3.2.3 多路转换器	59
3.2.4 前置放大器	60
3.2.5 采样保持器	62
3.2.6 常用的 A/D 转换器	63
3.2.7 A/D 转换器接口设计	66
3.2.8 模拟量输入通道设计	70
3.3 模拟量输出通道	72
3.3.1 模拟量输出通道的结构形式	73
3.3.2 常用的 D/A 转换器	73
3.3.3 D/A 转换器接口技术	75
3.3.4 D/A 转换器的输出形式	77
3.3.5 V/I 变换	78
3.3.6 D/A 转换通道设计	79
3.4 人-机交互通道	81
3.4.1 键盘接口	81
3.4.2 显示器接口	84
习题3	90
第4章 计算机控制系统抗干扰技术	91
4.1 计算机控制系统主要干扰分析	91
4.1.1 干扰的来源	91
4.1.2 干扰的传播途径	92
4.1.3 过程通道中的干扰	93
4.2 过程通道抗干扰技术	94
4.2.1 串模干扰的抑制	94
4.2.2 共模干扰的抑制	96

4.2.3 长线传输干扰的抑制	97
4.3 接地技术	98
4.3.1 地线系统分析	98
4.3.2 计算机控制系统输入环节的接地	101
4.3.3 主机系统的接地	101
4.4 供电技术	102
4.4.1 交流电源环节抗干扰技术	102
4.4.2 直流电源环节抗干扰技术	103
习题 4	104
第 5 章 数字控制技术	105
5.1 数字控制系统	105
5.1.1 数字控制系统的组成	105
5.1.2 数字控制原理	106
5.1.3 数字控制系统的分类	107
5.1.4 伺服控制系统	108
5.2 逐点比较法插补原理	109
5.2.1 逐点比较法直线插补	110
5.2.2 逐点比较法圆弧插补	113
5.3 步进电机伺服控制技术	115
5.3.1 步进伺服系统的构成	115
5.3.2 步进电机的工作原理	116
5.3.3 步进电机的工作方式	118
5.3.4 步进电机 IPC 控制技术	119
5.3.5 步进电机单片机控制技术	121
5.4 直流伺服电机伺服控制技术	123
5.4.1 直流伺服电动机的工作原理	123
5.4.2 直流伺服电机的驱动与控制	125
习题 5	127
第 6 章 常规及复杂控制技术	128
6.1 数字控制器的模拟化设计	128
6.1.1 数字控制器的模拟化设计步骤	128
6.1.2 数字 PID 控制器	129
6.1.3 数字 PID 控制器的改进	132
6.1.4 数字 PID 控制器参数的整定	135
6.2 计算机控制系统的离散化设计	139
6.2.1 数字控制器的离散化设计步骤	139

6.2.2	最少拍控制器设计	140
6.2.3	最少拍无纹波控制器设计	145
6.3	纯滞后控制技术	147
6.3.1	大林算法	147
6.3.2	Smith 预估控制	151
6.4	串级控制技术	154
6.4.1	串级控制的结构和原理	154
6.4.2	数字串级控制算法	156
6.5	前馈—反馈控制算法	156
6.5.1	前馈—反馈控制结构	157
6.5.2	数字前馈—反馈控制算法	157
6.6	解耦控制技术	159
6.6.1	解耦控制原理	159
6.6.2	数字解耦控制算法	161
	习题 6	162
第 7 章	计算机控制系统软件设计技术	164
7.1	软件设计技术	164
7.1.1	软件设计的方法	164
7.1.2	计算机控制系统软件设计	166
7.1.3	监控组态软件	168
7.2	测量数据预处理技术	172
7.2.1	系统误差的自动校准	172
7.2.2	线性化处理	173
7.2.3	标度变换	174
7.2.4	插值算法	177
7.2.5	越限报警处理	178
7.3	软件抗干扰技术	179
7.3.1	数字滤波技术	179
7.3.2	输入输出数字量的软件抗干扰技术	183
7.3.3	指令冗余技术	183
7.3.4	软件陷阱技术	184
7.4	数字 PID 控制器的工程实现	184
7.4.1	给定值处理	185
7.4.2	被控量处理	185
7.4.3	偏差处理	186
7.5.4	控制算法的实现	187
7.4.5	控制量处理	187

7.4.6 自动手动切换	188
习题 7	190
第 8 章 先进控制技术	191
8.1 模糊控制技术	191
8.1.1 模糊控制的数学基础	191
8.1.2 模糊控制基础理论	193
8.1.3 模糊控制的基本原理	194
8.1.4 模糊控制器的设计	196
8.2 神经网络控制技术	199
8.2.1 神经网络的基本原理和结构	200
8.2.2 神经网络控制	203
8.3 预测控制技术	205
8.3.1 基本理论	206
8.3.2 动态矩阵控制	209
习题 8	212
第 9 章 工业控制网络技术	213
9.1 工业控制网络概述	213
9.1.1 企业信息化与自动化	213
9.1.2 控制网络的特点	214
9.1.3 控制网络的类型	214
9.2 控制网络技术基础	215
9.2.1 网络拓扑结构	215
9.2.2 介质访问控制技术	217
9.2.3 差错控制技术	218
9.2.4 网络协议及其层次结构	219
9.2.5 TCP/IP 参考模型概述	223
9.3 工业以太网	225
9.3.1 工业以太网与以太网	225
9.3.2 以太网的优势	226
9.3.3 工业以太网的关键技术	227
9.3.4 常用的工业以太网协议	230
9.4 集散控制系统	231
9.4.1 DCS 概述	231
9.4.2 DCS 的分散过程控制级	233
9.4.3 DCS 的集中操作监控级	234
9.4.4 DCS 的综合信息管理级	235

9.5 现场总线控制系统	236
9.5.1 现场总线技术概述	236
9.5.2 典型的现场总线	239
9.5.3 FCS的体系结构	243
9.5.4 开放现场控制系统集成桥梁	244
9.6 综合自动化系统	247
9.6.1 流程工业综合自动化体系结构	247
9.6.2 流程工业MES系统	249
9.7 物联网技术	251
9.7.1 物联网的基本架构	251
9.7.2 物联网在工业领域的应用	252
习题9	253
第10章 计算机控制系统设计与实现	254
10.1 系统设计的原则与过程	254
10.1.1 系统设计的原则	254
10.1.2 系统设计的过程	255
10.2 系统的设计与实现	257
10.2.1 初步设计	257
10.2.2 硬件的详细设计	259
10.2.3 软件的详细设计	260
10.2.4 系统的运行调试	263
10.3 电热油炉温度单片机控制系统设计	264
10.3.1 控制任务与工艺要求	264
10.3.2 硬件系统详细设计	266
10.3.3 PID算法及参数整定	271
10.3.4 软件设计	272
10.4 换热站监控系统设计	274
10.4.1 换热站的运行原理与控制要求	274
10.4.2 系统总体设计	275
10.4.3 系统硬件设计	277
10.4.4 系统软件设计	278
10.5 TM11型三维步进电机直线运动平台PLC控制系统设计	280
10.5.1 TM11型三维步进电机直线运动平台的组成	280
10.5.2 系统总体方案设计	280
10.5.3 系统硬件设计	282
10.5.4 系统软件设计	283
参考文献	285

第 1 章 计算机控制系统概述

计算机控制是自动控制发展中的高级阶段,是自动控制的重要分支,广泛应用于工业、国防和民用等各个领域。随着计算机技术、高级控制策略、检测与传感技术、现场总线、通信与网络技术的高速发展,计算机控制系统已从简单的单机控制系统发展到了今天的集散控制系统、综合自动化系统等。

本章主要介绍计算机控制系统的基本特征、组成、分类和主要发展趋势。

1.1 计算机控制系统特征与组成

从模拟控制系统发展到计算机控制系统,控制器的结构、控制器中的信号形式、系统的过程通道内容、控制量的产生方法、控制系统的组成观念均发生了重大变化。计算机控制系统在系统结构方面有自己独特的内容;在功能配置方面呈现出模拟控制系统无可比拟的优势;在工作过程与方式等方面存在其必须遵循的规则。

1.1.1 计算机控制系统的特征与工作原理

将模拟自动控制系统中控制器的功能用计算机来实现,就组成了一个典型的计算机控制系统,如图 1.1 所示。

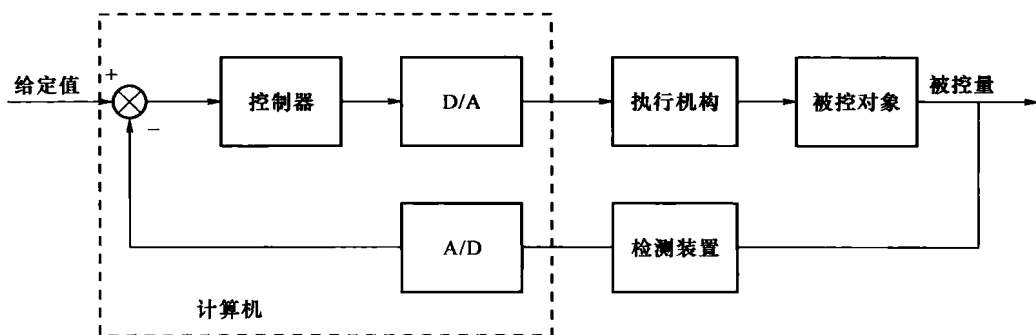


图 1.1 计算机控制系统

计算机控制系统由硬件和软件两个基本部分组成。硬件指计算机本身及其外部设备;软件是指管理计算机的程序及生产过程应用程序。只有软件和硬件有机地结合,计算机控制系统才能正常地运行。

1. 结构特征

模拟控制系统中均采用模拟器件,而在计算机控制系统中除测量装置、执行机构等常用的模拟部件外,其执行控制功能的核心部件是计算机,所以计算机控制系统是模拟和数字部件的混合系统。

模拟控制系统的控制器由运算放大器等模拟器件构成,控制规律越复杂,所需要的硬件也往往越多、越复杂,其硬件成本几乎和控制规律的复杂程度成正比,并且,若要修改控制规律,必须改变硬件结构。而在计算机控制系统中,控制规律是用软件实现的,修改一个控制规律,无论复杂还是简单,只需修改软件,一般不需改变硬件结构,因此便于实现复杂的控制规律和对控制方案进行在线修改,系统具有很大的灵活性和适应性。

在模拟控制系统中,一般是一个控制器控制一个回路,而计算机控制系统中,由于计算机具有高速的运算处理能力,可以采用分时控制的方式,同时控制多个回路。

计算机控制系统的抽象结构和作用在本质上与其他控制系统没有什么区别,因此,同样存在计算机开环控制系统、计算机闭环控制系统等不同类型的控制系统。

2. 信号特征

模拟控制系统中各处的信号均为连续模拟信号,而计算机控制系统中除有模拟信号外,还有离散模拟、离散数字等多种信号形式,计算机控制系统的信号流程如图 1.2 所示。

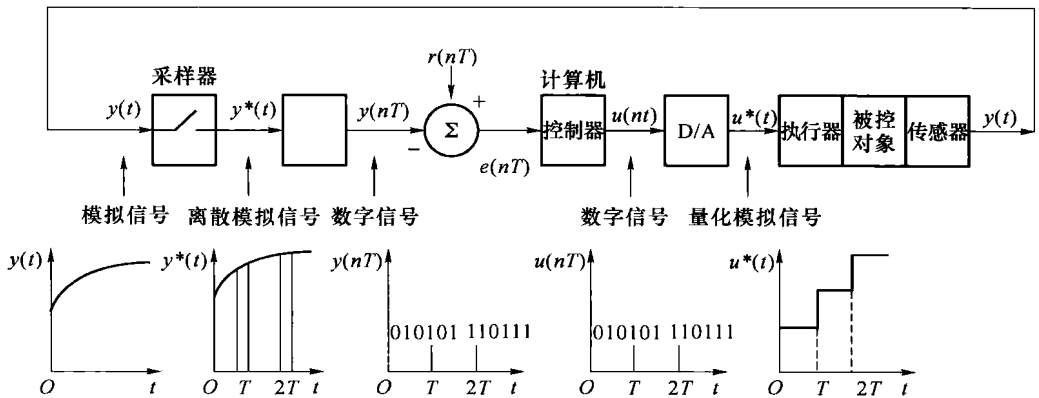


图 1.2 计算机控制系统的信号流程

在控制系统中引入计算机,利用计算机的运算、逻辑判断和记忆等功能完成多种控制任务。由于计算机只能处理数字信号,为了信号的匹配,在计算机的输入和输出必须配置 A/D(模/数转换器)和 D/A(数/模转换器)。反馈量经 A/D 转换为数字量以后,才能输入给计算机,然后计算机根据偏差,按某种控制规律(如 PID 控制)进行运算,计算结果(数字信号)再经 D/A 转换器,将数字信号转换为模拟信号输出到执行机构,完成对被控对象的控制。

按照计算机控制系统中信号的传输方向,系统的信息通道由以下 3 部分组成。

① 过程输出通道,包含由 D/A 转换器组成的模拟量输出通道和开关量输出通道。

② 过程输入通道,包含由 A/D 转换器组成的模拟量输入通道和开关量输入通道。

③ 人-机交互通道,系统操作者通过人-机交互通道向计算机控制系统发布相关命令、提供操作参数、修改设置内容等,计算机则可通过人-机交互通道向系统操作者显示相关参数、系统工作状态、控制效果等。

计算机通过输出过程通道向被控对象或工业现场提供控制量;通过输入过程通道获取被控对象或工业现场信息。当计算机控制系统没有输入过程通道时,称之为计算机开环控制系统。在计算机开环控制系统中,计算机的输出只随给定值变化,不受被控参数影

响,通过调整给定值达到调整被控参数的目的。但当被控对象出现扰动时,计算机无法自动获得扰动信息,因此无法消除扰动,导致控制性能较差。当计算机控制系统仅有输入过程通道时,称之为计算机数据采集系统。在计算机数据采集系统中,计算机作用是对采集来的数据进行处理、归类、分析、储存、显示与打印等,而计算机的输出与系统的输入通道参数输出有关,但不影响或改变生产过程的参数,所以这样的系统可认为是开环系统,但不是开环控制系统。

3. 控制方法特征

由于计算机控制系统除了包含连续信号外,还包含有数字信号,从而使计算机控制系统与连续控制系统在本质上有许多不同,需采用专门的理论来分析和设计。常用的设计方法有两种,即模拟化设计法和离散化直接设计法。

4. 功能特征

与模拟控制系统比较,计算机控制系统的重要功能特征表现在以下几个方面。

(1) 以软件代替硬件

以软件代替硬件的功能主要体现在两方面,一方面是当被控对象改变时,计算机及其相应的过程通道硬件只需作少量的变化,甚至不需作任何变化,面向新对象重新设计一套新控制软件便可;另一方面是可以软件来替代逻辑部件的功能实现,从而降低系统成本,减小设备体积。

(2) 数据存储

计算机具备多种数据保持方式,如脱机保持方式有 U 盘、移动硬盘、光盘、纸质打印、纸制绘图等;联机保持方式有固定硬盘、EEPROM 等,工作特点是系统断电不会丢失数据。正是由于有了这些数据保护措施,使得人们在研究计算机控制系统中,可以从容应对突发问题;在分析解决问题时可以大量减少盲目性,从而提高了系统的研发效率,缩短研发周期。

(3) 状态、数据显示

计算机具有强大的显示功能。显示设备类型有 CRT 显示器、LED 数码管、LED 矩阵块、LCD 显示器、LCD 模块、各种类型打印机、各种类型绘图仪等;显示模式包括数字、字母、符号、图形、图像、虚拟设备面版等;显示方式有静态、动态、二维、三维等;显示内容涵盖给定值、当前值、历史值、修改值、系统工作波形、系统工作轨迹仿真图等。人们通过显示内容可以及时了解系统的工作状态、被控对象的变化情况、控制算法的控制效果等。

(4) 管理功能

计算机都具有串行通信或联网功能,利用这些功能可实现多个计算机控制系统的联网管理,资源共享,优势互补;可构成分级分布集散控制系统,以满足生产规模不断扩大、生产工艺日趋复杂、可靠性要求更高、灵活性希望更好、操作需更简易的大系统综合控制的要求;实现生产过程(状态)的最优化和生产规划、组织、决策、管理(静态)的最优化的有机结合。

1.1.2 计算机控制系统的工作原理

1. 计算机控制系统的工作原理

根据如图 1.1 所示的计算机控制系统基本框图,计算机控制过程可归结为如下 4 个

步骤。

① 实时数据采集:对来自测量变送装置的被控量的瞬时值进行检测并输入。

② 实时控制决策:对采集到的被控量进行分析和处理,并按已定的控制规律,决定将要采取的控制行为。

③ 实时控制输出:根据控制决策、适时地对执行机构发出控制信号,完成控制任务。

④ 信息管理:随着网络技术和控制策略的发展,信息共享和管理也是计算机控制系统必须完成的功能。

上述过程不断重复,使整个系统按照一定的品质指标进行工作,并对控制量和设备本身的异常现象及时作出处理。

2. 计算机控制系统的工作方式

(1) 在线方式和离线方式

在计算机控制系统中,生产过程和计算机直接连接,并受计算机控制的方式称为在线方式或联机方式;生产过程不和计算机相连,且不受计算机控制,而是靠人进行联系并作相应操作的方式称为离线方式或脱机方式。

(2) 实时的含义

所谓实时,是指信号的输入、计算和输出都要在一定的时间内完成,亦即计算机对输入信息,以足够快的速度进行控制,超出了这个时间,就失去了控制的时机,控制也就失去了意义。实时的概念不能脱离具体过程,一个在线的系统不一定是一个实时系统,但一个实时控制系统必定是在线系统。

1.1.3 计算机控制系统的硬件组成

计算机控制系统的硬件组成框图如图 1.3 所示,它由计算机(工控机)和生产过程两大部分组成。

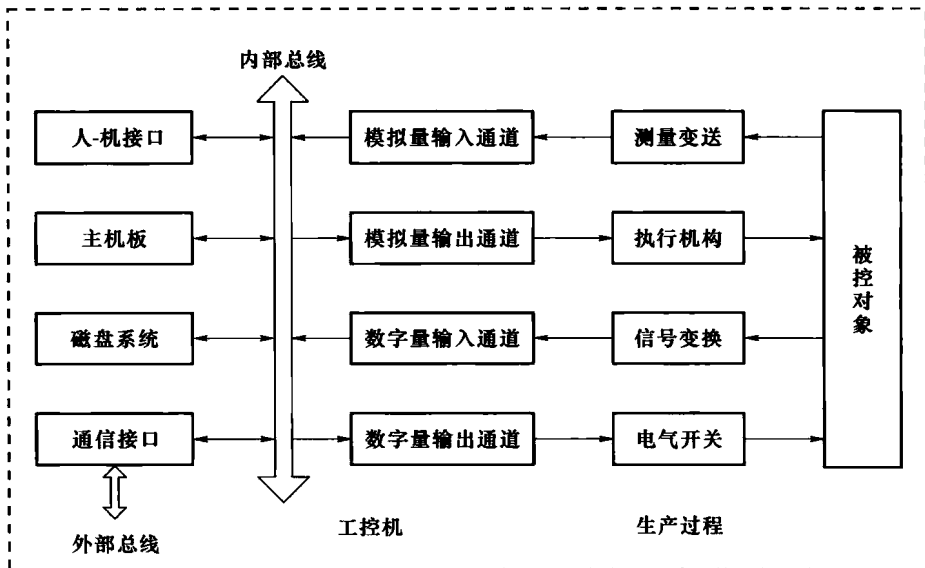


图 1.3 计算机控制系统硬件组成

1. 工控机

(1) 主板

主板是工业控制机的核心,由中央处理器(CPU)、存储器(RAM、ROM)、监控定时器、电源掉电监测、保存重要数据的后备存储器、实时日历时钟等部件组成。主板的作用是将采集到的实时信息按照预定程序进行必要的数值计算、逻辑判断、数据处理,及时选择控制策略并将结果输出到工业过程。

(2) 系统总线

系统总线可分为内部总线和外部总线。内部总线是工控机内部各组成部分之间进行信息传送的公共通道,是一组信号线的集合。常用的内部总线有 IBM PC、PCI、ISA 和 STD 总线。

外部总线是工控机与其他计算机或智能设备进行信息传送的公共通道,常用外部总线有 RS-232C、RS485 和 IEEE-488 通信总线等。

(3) 输入/输出模板

输入/输出模板是工控机和生产过程之间进行信号传递和变换的连接通道,包括模拟量输入通道(AI)、模拟量输出通道(AO)、数字量(开关量)输入通道(DI)、数字量(开关量)输出通道(DO)。输入通道的作用是将生产过程的信号变换成主机能够接受和识别的代码,输出通道的作用是将主机输出的控制命令和数据进行变换,作为执行机构或电气开关的控制信号。

(4) 人-机接口

人-机接口包括显示器、键盘、打印机以及专用操作显示台等。通过人-机接口设备,操作员与计算机之间可以进行信息交换。人-机接口既可以用于显示工业生产过程的状况,也可以用于修改运行参数。

(5) 通信接口

通信接口是工业控制机与其他计算机和智能设备进行信息传送的通道。常用的通信接口有 IEEE-488 并行接口、RS-232C、RS485 和 USB 串行接口。为方便主机系统集成,USB 总线接口技术正日益受到重视。

(6) 磁盘系统

可以用半导体虚拟磁盘,也可以配通用的硬磁盘或采用 USB 磁盘。

2. 生产过程

生产过程包括被控对象、执行机构等装置,这些装置都有各种类型的标准产品,在设计计算机控制系统时,根据实际需求合理选型即可。

1.1.4 计算机控制系统软件

对于计算机控制系统而言,除了硬件组成部分以外,软件也是必不可少的部分。软件是指完成各种功能的计算机程序的总和,如完成操作、监控、管理、计算和自诊断程序等。软件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的指挥下进行协调工作的。若按功能分类,软件分为系统软件和应用软件两大部分。

系统软件一般是由计算机厂家提供的,用来管理计算机本身的资源、方便用户使用计算机的软件。它主要包括操作系统、各种编译软件、监控管理软件等,这些软件一般不需

要用户自己设计,它们只是作为开发应用软件的工具。

应用软件是面向生产过程的程序,如 A/D、D/A 转换程序,数据采样,数字滤波程序、标度变换程序、控制量计算程序,等等。应用软件大都由用户自己根据实际需要进行开发。应用软件的优劣,将给控制系统的功能、精度和效率带来很大的影响,它的设计是非常重要的。

1.2 计算机控制系统的分类

计算机控制系统与其所控制的生产对象密切相关,控制对象不同,其控制系统也不同。计算机控制系统的分类方法很多,可以按照系统的功能、工作特点分类,也可按照控制规律、控制方式分类。

按照控制方式分类,计算机控制系统可分为开环控制和闭环控制。

按照控制规律分类,计算机控制系统可分为程序和顺序控制、比例积分微分控制(PID 控制)、有限拍控制、复杂规律控制、智能控制等。

按照系统的功能、工作特点分类,计算机控制系统分为操作指导控制系统、直接数字控制系统、监督计算机控制系统、分布式计算机控制系统、计算机集成制造系统等。

1.2.1 操作指导控制系统

操作指导控制系统(Operational Information System, OIS)指计算机的输出不直接用来控制生产对象,而只是对系统过程参数进行收集、加工处理、然后输出数据。

操作人员根据这些数据进行必要的操作,其原理方框图如图 1.4 所示。

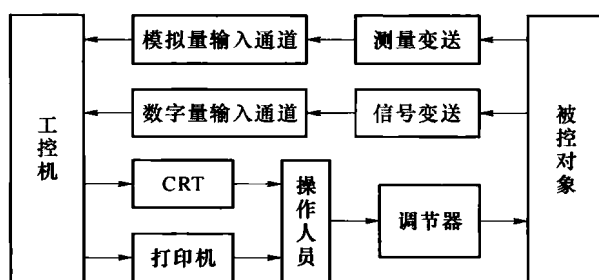


图 1.4 操作指导控制系统原理

操作指导控制系统的优点是结构简单、控制灵活安全,特别适用于未摸清控制规律的系统,常常被用于计算机控制系统研制的初级阶段,或用于试验新的数学模型和调试新的控制程序等。由于需要人工操作,故不适用于快速过程控制。

1.2.2 直接数字控制系统

直接数字控制系统(Direct Digital Control System, DDC)是计算机用于工业过程控制最普遍的一种方式,其结构如图 1.5 所示。计算机通过输入通道对一个或多个物理量进行巡回检测,并根据规定的控制规律进行运算,然后发出控制信号,通过输出通道直接

控制调节阀等执行机构。

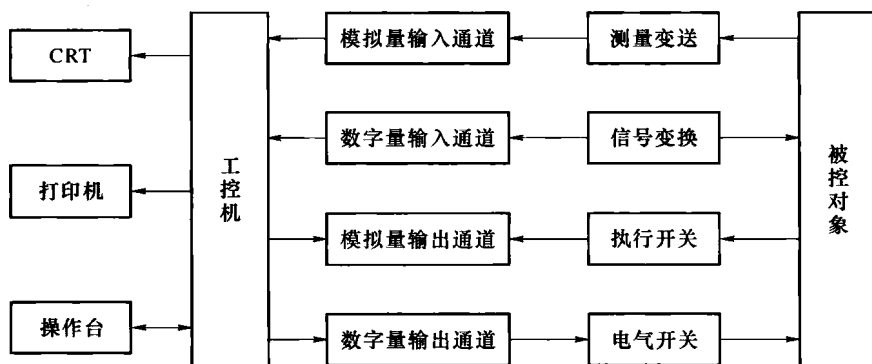
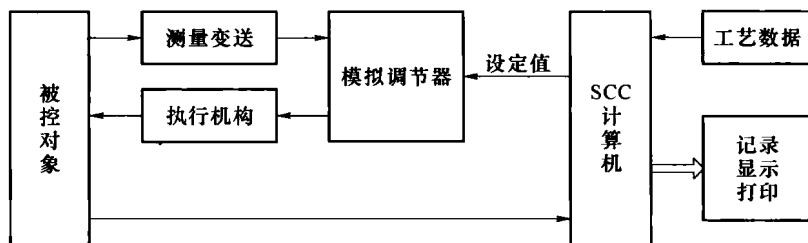


图 1.5 直接数字控制系统

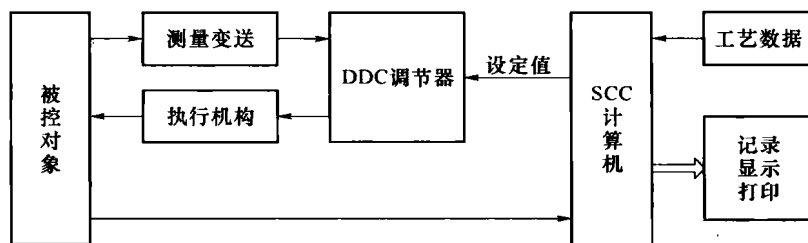
在 DDC 系统中的计算机参加闭环控制过程,它不仅能完全取代模拟调节器,实现多回路的 PID 调节,而且不需要改变硬件,只需通过改变程序就能实现多种较复杂的控制规律,如串级控制、前馈控制、最优控制等。

1.2.3 监督计算机控制系统

在监督计算机控制系统(Supervisory Computer Control System, SCC)中,计算机根据工艺参数和过程参量检测值,按照所设计的控制算法进行计算,计算出最佳设定值直接传给常规模拟调节器或者 DDC 计算机,最后由模拟调节器或 DDC 计算机控制生产过程。SCC 系统有两种类型,一种是 SCC+模拟调节器,另一种是 SCC+DDC 控制系统。监督计算机控制系统构成示意图如图 1.6 所示。



(a) SCC+模拟调节器



(b) SCC+DDC控制系统

图 1.6 监督计算机控制系统