



全国高等职业教育规划教材

计算机控制技术与实训

李江全 编著

附赠CD光盘，含源程序、软硬件资源、教学视频、电子课件、习题解答及组态王安装程序



机械工业出版社
CHINA MACHINE PRESS

全国高等职业教育规划教材

计算机控制技术与实训

李江全 编著

机械工业出版社

本书全面系统地介绍了计算机在工业控制中的各种软硬件应用技术,内容包括:计算机控制系统的含义、组成、分类和发展,总线接口与过程通道,计算机控制系统中的常用硬件与软件,串口通信控制系统及其实训,基于数据采集卡的控制系统及其实训,集散控制系统及其实训,计算机控制系统的设计与实施等。各系统的实训部分选取了当前工控领域常用的监控组态软件 KingView 和面向对象语言 Visual Basic 作为开发软件,通过 12 个实训项目详细介绍了计算机控制系统的开发步骤及实现方法。

本书可作为应用型本科及高职高专院校自动化、机电一体化、计算机应用等专业的教材,也可供从事计算机控制系统研发的工程技术人员参考。

为配合教学,本书提供配套光盘,内容包括所有实训项目的源程序、软硬件资源、教学视频、电子课件、习题解答及组态王安装软件等。

图书在版编目(CIP)数据

计算机控制技术与实训/李江全编著. —北京:机械工业出版社,2010.9
(全国高等职业教育规划教材)
ISBN 978-7-111-31743-2

I. ①计… II. ①李… III. ①计算机控制—高等学校:技术学校—教材
IV. ①TP273

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2010)第 171246 号

机械工业出版社(北京市百万庄大街 22 号 邮政编码 100037)
责任编辑:石陇辉
责任印制:李妍

北京富生印刷厂印刷

2010 年 10 月第 1 版·第 1 次印刷
184mm×260mm·16.75 印张·410 千字
0001-3000 册
标准书号:ISBN 978-7-111-31743-2
ISBN 978-7-89451-679-4(光盘)
定价:32.00 元(含 1CD)

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
销售一部:(010)68326294
销售二部:(010)88379649
读者服务部:(010)68993821

门户网:<http://www.cmpbook.com>
教材网:<http://www.cmpedu.com>
封面无防伪标均为盗版

全国高等职业教育规划教材机电类专业 编委会成员名单

主 任 吴家礼
副 主 任 任建伟 李望云 张 华 梁 栋
盛靖琪
委 员 (排名不分先后)
陈志刚 陈剑鹤 韩满林 李柏青
盛定高 张 伟 李晓宏 刘靖华
陈文杰 程时甘 韩全立 张宪立
胡光耀 苑喜军 李新平 吕 汀
杨华明 刘达有 程 奎 李益民
吴元凯 王国玉 王启洋 杨文龙
秘 书 长 胡毓坚
副秘书长 郝秀凯

出版说明

根据“教育部关于以就业为导向深化高等职业教育改革的若干意见”中提出的高等职业院校必须把培养学生动手能力、实践能力和可持续发展能力放在突出的地位，促进学生技能的培养，以及教材内容要紧密结合生产实际，并注意及时跟踪先进技术的发展等指导精神，机械工业出版社组织全国近 60 所高等职业院校的骨干教师对在 2001 年出版的“面向 21 世纪高职高专系列教材”进行了全面的修订和增补，并更名为“全国高等职业教育规划教材”。

本系列教材是由高职高专计算机专业、电子技术专业和机电专业教材编委会分别会同各高职高专院校的一线骨干教师，针对相关专业的课程设置，融合教学中的实践经验，同时吸收高等职业教育改革的成果而编写完成的，具有“定位准确、注重能力、内容创新、结构合理和叙述通俗”的编写特色。在几年的教学实践中，本系列教材获得了较高的评价，并有多品种被评为普通高等教育“十一五”国家级规划教材。在修订和增补过程中，除了保持原有特色外，针对课程的不同性质采取了不同的优化措施。其中，核心基础课程的教材在保持扎实的理论基础的同时，增加实训和习题；实践性较强的课程强调理论与实训紧密结合；涉及实用技术的课程则在教材中引入了最新的知识、技术、工艺和方法。同时，根据实际教学的需要对部分课程进行了整合。

归纳起来，本系列教材具有以下特点：

- 1) 围绕培养学生的职业技能这条主线来设计教材的结构、内容和形式。
- 2) 合理安排基础知识和实践知识的比例。基础知识以“必需、够用”为度，强调专业技术应用能力的训练，适当增加实训环节。
- 3) 符合高职学生的学习特点和认知规律。对基本理论和方法的论述容易理解、清晰简洁，多用图表来表达信息；增加相关技术在生产中的应用实例，引导学生主动学习。
- 4) 教材内容紧随技术和经济的发展而更新，及时将新知识、新技术、新工艺和新案例等引入教材。同时注重吸收最新的教学理念，并积极支持新专业的教材建设。
- 5) 注重立体化教材建设。通过主教材、电子教案、配套素材光盘、实训指导和习题及解答等教学资源的有机结合，提高教学服务水平，为高素质技能型人才的培养创造良好的条件。

由于我国高等职业教育改革和发展的速度很快，加之我们的水平和经验有限，因此在教材的编写和出版过程中难免出现问题和错误。我们恳请使用这套教材的师生及时向我们反馈质量信息，以利于我们今后不断提高教材的出版质量，为广大师生提供更多、更适用的教材。

机械工业出版社

前 言

近年来,随着电子技术、信息技术及自动控制技术的飞速发展,计算机控制技术已广泛应用于工农业生产、交通运输及国防建设等各个领域,发挥着越来越重要的作用。建立计算机控制系统的概念,了解和初步掌握计算机控制系统的基本理论和基本设计方法,已成为当前高等院校工科类学生适应新形势、学习新技术的当务之急。

为适应“计算机控制技术”课程教学改革和发展的需要,本书在编写上体现以下特点。

1) 内容新颖。本书选用个人计算机或工控机作为主机,以工控领域常用的监控组态软件 KingView 和面向对象语言 Visual Basic 作为开发软件,符合计算机控制系统的发展趋势。

2) 注重实践。本书以“理论够用、突出实践”和“精讲多练”为原则,内容的组织极富操作性,融理论于实践,从实践中获取知识。

3) 讲究实战。本书在介绍典型计算机控制系统的设计过程时,针对工程中实际应用的典型器件、典型测控任务进行训练,使技能培养与生产实际紧密结合。

4) 便于自学。本书提供的实训项目都有详细完整的操作步骤,学生只需按照给定的步骤进行设计,就可实现计算机控制系统的各种功能。

本书从工程实际出发,通过 12 个实训项目详细地介绍了串口通信控制系统、数据采集与控制系统、集散控制系统的软硬件设计方法,每个项目包括实训目的、实训用软硬件、实训任务、实训操作、实训扩展等教学内容。硬件系统采用“搭积木”的设计思想,突出软件设计,重在功能实现。各项测控任务都用两种不同风格的开发软件实现,这也是本书的特色之一。

本书可作为应用型本科及高职高专院校自动化、机电一体化、计算机应用等专业的教材,也可供从事计算机控制系统研发的工程技术人员参考。

为配合教学,本书提供配套光盘,内容包括所有实训项目的源程序、软硬件资源、教学视频、电子课件、习题解答及组态王安装软件等。

本书由石河子大学李江全教授编著。北京研华兴业电子科技有限公司、北京亚控科技发展有限公司、南京朝阳仪表有限责任公司、石河子大学电气工程实验中心等公司或单位为本书的编写提供了宝贵的技术支持和帮助,编者在此对他们致以诚挚的谢意。

目前,计算机控制技术的实训教材还不多见,编者在编写过程中作了大胆尝试,但由于水平有限,书中难免存在缺点和不足之处,敬请广大读者批评指正。

编 者

目 录

出版说明

前言

第1章 计算机控制系统概述 1

1.1 计算机控制系统的含义与工作

原理 1

1.1.1 计算机控制系统的含义 1

1.1.2 计算机控制系统的工作原理 2

1.2 计算机控制系统的任务和特点 4

1.2.1 计算机控制系统的任务 4

1.2.2 计算机控制系统的特点 5

1.3 计算机控制系统的组成 6

1.3.1 计算机控制系统的硬件组成 6

1.3.2 计算机控制系统的软件组成 8

1.4 计算机控制系统的典型结构 10

1.4.1 数据采集系统(DAS) 10

1.4.2 直接数字控制系统(DDC) 10

1.4.3 监督控制系统(SCC) 11

1.4.4 集散控制系统(DCS) 12

1.4.5 现场总线控制系统(FCS) 13

1.4.6 计算机集成制造系统(CIMS) 13

1.5 计算机控制技术的发展 14

1.5.1 计算机控制技术的发展历程 14

1.5.2 计算机控制技术的发展特点 15

1.6 习题与思考题 17

第2章 总线接口与过程通道 18

2.1 总线及其标准 18

2.1.1 总线的概念 18

2.1.2 总线的类别 19

2.1.3 采用总线的优点 20

2.1.4 总线标准 21

2.2 I/O 接口 22

2.2.1 I/O 设备与I/O 接口 23

2.2.2 接口信息与接口地址 24

2.2.3 I/O 接口的功能 25

2.2.4 接口的分类 27

2.2.5 I/O 接口的实现方式 28

2.3 过程通道 28

2.3.1 过程通道的含义 28

2.3.2 过程通道的模式 29

2.3.3 模拟量输入通道 30

2.3.4 模拟量输出通道 32

2.3.5 数字量输入通道 33

2.3.6 数字量输出通道 34

2.4 信息传输介质 35

2.4.1 有线传输介质 35

2.4.2 无线传输介质 38

2.5 习题与思考题 38

第3章 计算机控制系统的常用

硬件 40

3.1 传感器 40

3.1.1 传感器的地位 40

3.1.2 常用的传感器 41

3.1.3 传感器的选用 44

3.2 数据采集卡 45

3.2.1 数据采集卡的功能 45

3.2.2 数据采集卡的类型 47

3.2.3 数据采集卡的选择 48

3.3 工业控制计算机(IPC) 49

3.3.1 IPC 的基本特点 49

3.3.2 IPC 的基本组成 50

3.3.3 PCs 的构成 52

3.4 智能仪器 53

3.4.1 智能仪器的组成 54

3.4.2 智能仪器的功能 55

3.4.3 智能仪器的特点 56

3.5 可程序逻辑控制器(PLC) 57

3.5.1 PLC 的构成 57

3.5.2 PLC 的技术特点 59

3.5.3 计算机与 PLC 的连接	59	5.3.5 实训扩展	127
3.6 执行机构	60	5.4 PC 与 PLC 串口的通信实训 ...	128
3.6.1 执行机构的种类	61	5.4.1 实训目的	128
3.6.2 执行机构的驱动	64	5.4.2 实训用软、硬件	128
3.7 习题与思考题	67	5.4.3 实训任务	129
第 4 章 计算机控制系统的开发软件及其实训	68	5.4.4 实训操作	129
4.1 计算机控制系统应用软件概述	68	5.4.5 实训扩展	134
4.1.1 控制应用软件的功能模块	68	5.5 习题与思考题	134
4.1.2 控制应用软件的开发工具	69	第 6 章 基于数据采集卡的控制系统及其实训	135
4.2 监控组态软件 KingView	71	6.1 基于数据采集卡的控制系统组成	135
4.2.1 监控组态软件概述	71	6.1.1 硬件子系统	135
4.2.2 KingView 与下位机通信	76	6.1.2 软件子系统	137
4.2.3 KingView 基本操作实训	78	6.1.3 系统特点	137
4.3 面向对象语言 Visual Basic	88	6.2 典型数据采集卡的应用	137
4.3.1 利用 VB 实现串口通信	88	6.2.1 PCI-1710HG 数据采集卡简介	138
4.3.2 利用 VB 实现数据采集	90	6.2.2 用 PCI-1710HG 数据采集卡组成的控制系统	138
4.3.3 VB 基本操作实训	91	6.2.3 PCI-1710HG 数据采集卡的安装	141
4.4 习题与思考题	96	6.3 模拟量输入(AI)实训	145
第 5 章 串口通信控制系统及其实训	97	6.3.1 实训目的	145
5.1 串口通信与 RS-232C 接口标准	97	6.3.2 实训用软、硬件	145
5.1.1 串口通信的基本概念	97	6.3.3 实训任务	146
5.1.2 RS-232C 串口通信标准	99	6.3.4 实训操作	146
5.1.3 RS-422/485 串口通信标准	101	6.3.5 实训扩展	153
5.1.4 串口通信线路连接	103	6.4 模拟量输出(AO)实训	154
5.1.5 虚拟串口的使用	104	6.4.1 实训目的	154
5.2 PC 与 PC 串口的通信实训	106	6.4.2 实训用软、硬件	154
5.2.1 实训目的	106	6.4.3 实训任务	155
5.2.2 实训用软、硬件	106	6.4.4 实训操作	155
5.2.3 实训任务	107	6.4.5 实训扩展	160
5.2.4 实训操作	107	6.5 数字量输入(DI)实训	160
5.2.5 实训扩展	116	6.5.1 实训目的	160
5.3 PC 与智能仪表串口的通信实训	116	6.5.2 实训用软、硬件	161
5.3.1 实训目的	117	6.5.3 实训任务	161
5.3.2 实训用软、硬件	117	6.5.4 实训操作	162
5.3.3 实训任务	118	6.5.5 实训扩展	167
5.3.4 实训操作	119	6.6 数字量输出(DO)实训	167
		6.6.1 实训目的	167

6.6.2 实训用软、硬件	167	8.2 计算机控制系统的硬件设计 ...	225
6.6.3 实训任务	168	8.2.1 选择系统总线	225
6.6.4 实训操作	168	8.2.2 选择主机	226
6.6.5 实训扩展	172	8.2.3 选择输入输出板卡	227
6.7 温度测量与报警控制实训	172	8.2.4 选择传感器和变送器	227
6.7.1 实训目的	172	8.2.5 选择执行机构	228
6.7.2 实训用软、硬件	172	8.2.6 控制操作面板设计	228
6.7.3 实训任务	173	8.3 计算机控制系统的软件设计 ...	229
6.7.4 实训操作	174	8.3.1 控制系统对应用软件的要求 ...	229
6.7.5 实训扩展	186	8.3.2 控制应用软件的设计流程	230
6.8 习题与思考题	186	8.3.3 控制应用软件的设计方法	232
第7章 计算机集散控制系统及其实训	187	8.4 计算机控制系统的可靠性设计	233
7.1 计算机集散控制系统概述	187	8.4.1 影响可靠性的因素	234
7.1.1 集散控制系统的产生	187	8.4.2 可靠性设计技术	234
7.1.2 集散控制系统的体系结构	188	8.5 习题与思考题	237
7.1.3 集散控制系统的特点	189	第9章 计算机控制系统的实施	239
7.1.4 中小型 DCS 的基本结构	191	9.1 计算机控制系统的安装	239
7.2 用 PC 与智能仪表构成 DCS 的实训	192	9.1.1 安装的外部条件	239
7.2.1 实训目的	192	9.1.2 主要环节的安装	239
7.2.2 实训用软、硬件	192	9.1.3 注意事项	242
7.2.3 实训任务	194	9.2 计算机控制系统的调试	243
7.2.4 实训操作	194	9.2.1 调试前检查	243
7.2.5 实训扩展	206	9.2.2 系统调试的模拟方法	243
7.3 用 PC 与远程 I/O 模块构成 DCS 的实训	206	9.2.3 调试的主要步骤	244
7.3.1 实训目的	206	9.2.4 调试记录与注意事项	247
7.3.2 实训用软、硬件	206	9.3 计算机控制系统的验收	248
7.3.3 实训任务	211	9.3.1 工厂验收	248
7.3.4 实训操作	211	9.3.2 现场验收	249
7.3.5 实训扩展	218	9.4 计算机控制系统的故障诊断 ...	250
7.4 习题与思考题	218	9.4.1 系统故障分类	250
第8章 计算机控制系统的设计	219	9.4.2 故障诊断步骤	251
8.1 计算机控制系统设计概述	219	9.4.3 调试中的故障诊断与处理	251
8.1.1 计算机控制系统的设计原则 ...	219	9.4.4 常用的故障诊断方法	253
8.1.2 计算机控制系统的设计与实施步骤	221	9.5 计算机控制系统的维护	254
8.1.3 计算机控制系统的总体方案设计	222	9.5.1 日常维护	254
		9.5.2 大修期间的维护	255
		9.6 习题与思考题	256
		参考文献	257

第1章 计算机控制系统概述

计算机控制技术是一门新兴的综合性技术。它是计算机技术（包括软件技术、接口技术、通信技术、网络技术、显示技术）、自动控制技术、微电子技术、自动检测和传感技术有机结合、综合发展的产物。它主要研究如何将检测和传感技术、计算机技术和自动控制技术应用于工业生产过程，以及如何设计出所需要的计算机控制系统。

计算机控制系统作为当今工业控制的主流系统，正在逐步取代常规的模拟检测、调节、显示、记录等仪器设备和大部分的人工操作管理，并具有较高级复杂的计算方法和处理方法，以完成各种过程控制、操作管理等任务。

随着科学技术的迅速发展，计算机控制技术的应用领域日益广泛，在冶金、化工、电力、自动化机床、工业机器人控制、柔性制造系统和计算机集成制造系统等工业控制领域已取得了令人瞩目的研究与应用成果，在国民经济中发挥着越来越大的作用。

1.1 计算机控制系统的含义与工作原理

1.1.1 计算机控制系统的含义

人们在工程实践过程中，需要采取各种方法获得反映客观事物的量值，这种操作称为测量或检测；也需要采取各种方法支配或约束某一客观事物的进程结果，达到一定的目的，这种操作称为控制。

按照任务的不同，控制系统可以分为三大类，即检测系统、控制系统和测控系统。

- 检测系统：单纯以检测为目的的系统，主要实现数据的采集，又称为数据采集系统。
- 控制系统：单纯以控制为目的的系统，主要实现对生产过程的控制。
- 测控系统：测控一体化的系统，即通过对大量数据进行采集、存储、处理和传输，使控制对象实现预期要求的系统。

工程上，大部分的实际系统都是测控系统，通常把测控系统也称为控制系统。

所谓计算机控制，就是利用传感器将被控对象的物理参量（如温度、压力、液位、速度等）转换为电量（如电压、电流），再将这些代表实际物理参量的电量送入输入装置中转换为计算机可识别的数字量，并且以数字、图形或曲线的方式显示出来，从而使操作人员能够直观而迅速地了解被控对象的变化过程。除此之外，计算机还可以将采集到的数据存储起来，随时进行分析、统计和显示并制作各种报表。如果还需要对被监控对象进行控制，则由计算机根据采集到的物理参量的变化情况与工艺要求的设定值进行比较判断，然后输出相应的电信号，推动执行装置（如调节阀、电动机）动作，从而完成相应的控制任务。

计算机控制系统包含的内容十分广泛，它包括各种数据采集和处理系统、自动测量系统、生产过程控制系统等，广泛应用于航空、航天、科学研究、工厂自动化、农业自动化、

实验室自动测量和控制以及办公自动化、商业自动化、楼宇自动化、家庭自动化等人类社会的各个领域。

以工厂自动化为例，计算机在工业生产过程中的应用始于 20 世纪 60 年代初期，最初用于化学工业生产过程的自动控制，但那时只是用计算机实现简单的程序控制。20 世纪 70 年代以后，随着微处理机的出现和大量应用，工业生产过程控制的概念已经发生了很大的变化。今天，计算机已经大量进入各个工业部门，承担着生产过程的控制、监督和管理等任务。在工厂的控制室里，如图 1-1 所示，操作员可以通过显示终端对生产过程进行监督和操作，键盘和显示屏替代了庞大的控制仪表盘以及大量的开关和按钮，控制室已变得越来越小，只需很少几个人就能完成对生产过程进行监督和操作的任务。

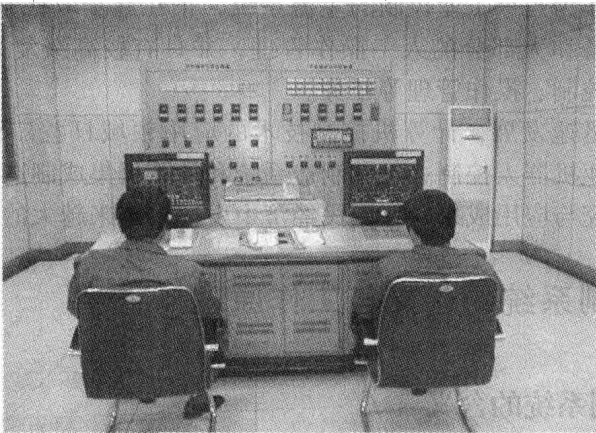


图 1-1 某热电厂的锅炉计算机控制室

计算机在控制领域中的应用，有力地推动了自动控制技术的发展，扩大了控制技术在工业生产中的应用范围，使大规模的工业生产自动化系统发展到了崭新的阶段。

1.1.2 计算机控制系统的工作原理

图 1-2 为计算机控制系统的典型结构框图。可以看出，在计算机控制系统中，计算机根据给定的输入信号、反馈信号与系统的数学模型进行信号处理，实现控制策略，通过执行机构控制被控对象，达到预期的控制目标。

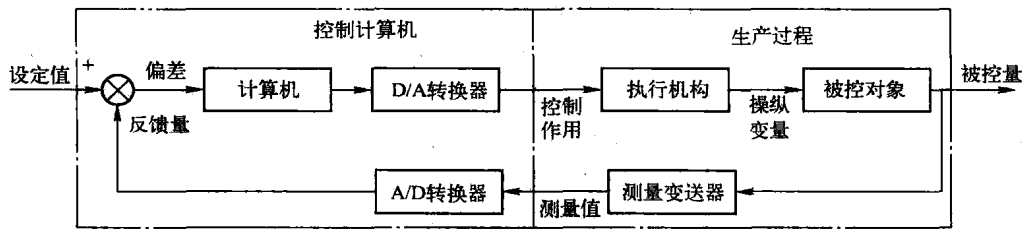


图 1-2 计算机控制系统典型结构框图

由于生产过程中的各种物理量一般都是模拟量，而计算机的输入和输出均采用数字量，因此，在计算机控制系统中，对于信号输入需增加 A/D 转换器，将连续的模拟信号转换成

计算机能接收的数字信号；对于输出，需增加 D/A 转换器，将计算机输出的数字信号转换成执行机构所需的连续模拟信号。

从本质上讲，计算机控制系统的工作过程可归纳为以下三步。

- 1) 实时数据采集：对来自测量装置的被控量的瞬时值进行采集和输入。
- 2) 实时控制决策：对采集到的被控量进行分析、比较和处理，按预定的控制规律运算，进行控制决策。
- 3) 实时输出控制：根据控制决策，实时地向执行机构发出控制信号，完成系统控制任务或输出其他有关信号，如报警信号等。

上述过程不断重复，使整个系统按照一定的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，计算机能够实时监督并迅速做出处理。

下面以一个计算机温度控制系统为例，简要地说明计算机控制系统的工作原理，图 1-3 为温度控制系统的组成示意图。

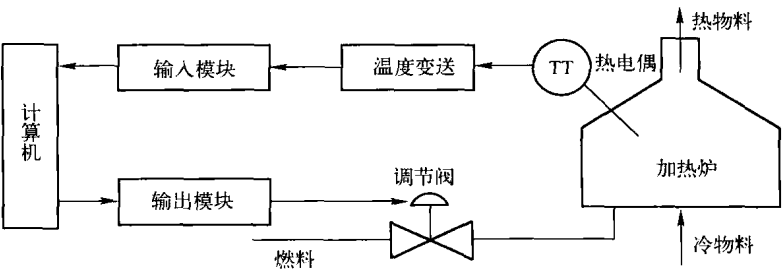


图 1-3 计算机温度控制系统

根据工艺要求，该系统要求加热炉的炉温控制在给定的范围内，或者按照一定的时间曲线变化，在计算机显示器上可以用数字或图形实时地显示温度值。

假设加热炉使用的燃料为重油，并使用调节阀作为执行机构，使用热电偶来测量加热炉内的温度。热电偶把检测信号送入温度变送器，将其转换为电压信号（1 ~ 5 V），再将该电压信号送入输入装置。输入装置可以是一个模块也可以是一块板卡，它将检测得到的信号转换为计算机可以识别的数字信号。计算机中的软件根据该数字信号按照一定的控制算法进行计算，计算出来的结果通过输出模块转换为可以推动调节阀动作的电流信号（4 ~ 20 mA）。通过改变调节阀的阀门开度即可以改变燃料流量的大小，从而达到控制加热炉炉温的目的。与此同时，计算机中的软件还可以将与炉温相对应的数字信号以数值或图形的形式显示出来。操作人员可以利用键盘和鼠标输入炉温的设定值，由此实现计算机监控的目的。

上述计算机温度控制系统实现自动控制的过程可以分解为以下四个步骤。

- 1) 生产过程的被控参量（过程信号）通过测量环节转化为相应的电量或电参数，再由变送器或放大器变换成标准的电压或电流信号。
- 2) 电压或电流信号经过 A/D 转换后变成计算机可以识别的数字信号，并将其转换为人们易于理解的工程量（测量值）。
- 3) 计算机根据测量值与给定值的偏差，按一定的控制算法输出控制信号。
- 4) 控制信号作用于执行机构，通过调节物料流量或能量的大小来实现对生产过程的

调节。

以上这四个步骤是周期性的。

1.2 计算机控制系统的任务和特点

1.2.1 计算机控制系统的任务

下面以生产过程控制系统为例来说明计算机控制系统的任务。如图 1-4 所示，计算机控制系统借助传感器从生产过程中收集信息，对被控对象进行监视并提供控制信号。收集的信息由计算机进行分析计算后，得出生产装置的调节量，并驱动执行机构动作来完成自动控制，或者为生产管理人员、工程师和操作员提供所需要的信息。

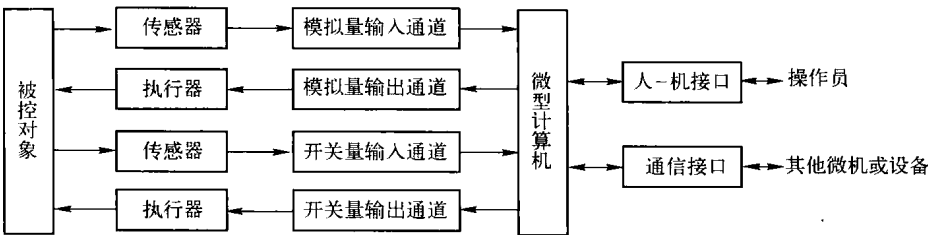


图 1-4 某生产过程控制系统框图

由此可以看出，计算机控制系统应当完成下列任务。

1. 检测

生产过程的参数是由传感器进行检测的。传感器产生与被测物理量（如温度、压力、流量、液位等）成比例（一般为正比）的电信号。

检测到的信号在进入计算机系统前，首先要转换成一种标准形式，通常是把传感器的输出信号转换成 4 ~ 20 mA 电流或 1 ~ 5 V 电压。

另一类测量值是关于被控过程的状态信息，如阀门是否关闭，容器是否注满，泵是否打开等。这些信息是以开关量的形式提供给计算机的，通过继电器触点的通断或 TTL 电平的变化来表示。

计算机也可通过串行或并行通信端口直接接收数字量信息。目前，很多传感器都带有微处理器（如智能仪表），可以直接给出数字量信息。

2. 控制

对生产装置的控制通常是通过对阀门或伺服机构等执行机构进行调节、对泵和电动机进行控制来实现的。计算机可以产生一串脉冲信号来驱动执行机构达到所需要的位置，可以通过继电器触点闭合或产生某个电平的跳变去起动或停止某个电动机，也可通过 D/A 转换产生一个正比于某设定值的电压或电流去驱动执行机构。执行机构在收到控制信号之后，通常还要反馈一个测量信号给计算机，以便检查控制命令是否被正确执行。

在工业过程控制系统中常用的控制方案有 3 种类型：直接数字控制、顺序控制和监督控制。大多数生产过程的控制需要其中一种或几种控制方案的组合。

3. 人-机交互

计算机控制系统必须为操作员提供关于被控过程和控制系统本身运行情况的全部信息，为操作员直观地进行操作提供各种手段，如改变设定值、手动调节各种执行机构、在发生报警的情况下进行处理等。因此，系统应当能显示各种信息和画面、打印各种记录、通过专用键盘对被控过程进行操作等。

此外，计算机控制系统还必须为管理人员和工程师提供各种信息，如生产装置每天的工作记录以及历史情况的记录、各种分析报表等，以便掌握生产过程的状况并做出改进生产状况的各种决策。

4. 通信

现今的工业过程控制系统一般都采用分级分散式结构，即由多台计算机组成计算机网络，共同完成上述各种任务。因此，各级计算机之间必须能及时地交换信息。此外，有时生产过程控制系统还需要与其他计算机系统（如全厂的综合信息管理系统）进行数据通信。

1.2.2 计算机控制系统的特点

计算机控制系统和一般常规控制系统相比，有如下特点。

1. 技术集成和系统复杂程度高

计算机控制系统是计算机、控制、通信、电子等多种高新技术的集成，是理论方法和应用技术的结合，信息量大、速度快、精度高，能实现复杂的控制规律，从而达到较高的控制质量。计算机控制系统实现了常规控制系统难以实现的多变量控制、智能控制、参数自整定等功能。

2. 实时性强

计算机控制系统是一个实时系统，可以根据采集到的数据立即采取相应的动作。例如，检测到化学反应罐的压力超限时，可以立即打开减压阀，这样就可及时避免爆炸的危险。实时性是计算机控制系统的关键特点，是衡量其性能的一个重要指标。

3. 可靠性高、可维护性好

这两个因素决定系统的可用程度。由于采取了有效的抗干扰、冗余、可靠性技术和系统的自诊断功能，使计算机控制系统的可靠性高且可维护性好。例如，有的工控机一旦出现故障，能迅速指出故障点和处理办法，便于立即修复。

4. 环境适应性强

工业环境恶劣，要求工业控制机能适应高温、高湿、腐蚀、振动、冲击、灰尘、电磁干扰等工业环境。

5. 控制的多功能性

计算机控制系统具有集中操作、实时控制、控制管理、生产管理等多种功能。

6. 应用的灵活性

由于软件功能丰富、编程方便，硬件体积小、重量轻，以及结构设计的模块化、标准化，使计算机控制系统在配置上有很强的灵活性。例如，一些工控机有操作简易的结构化、组态化控制软件，硬件的可装配性、可扩充性也很好。

另外，技术更新快、信息综合性强、操作便利等也都是计算机控制系统的特点。

1.3 计算机控制系统的组成

计算机控制系统和一般计算机系统一样，也是由硬件和软件两部分组成的，如图 1-5 所示。

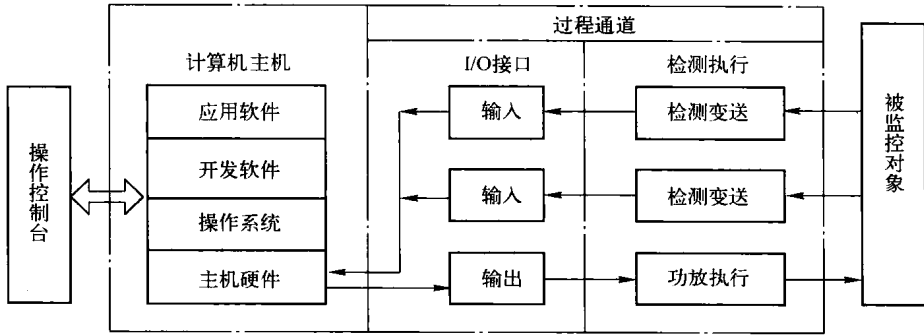


图 1-5 计算机控制系统组成原理简图

1.3.1 计算机控制系统的硬件组成

计算机控制系统的硬件部分一般由计算机主机、过程通道、操作控制台、被监控对象（生产机械或生产过程）等部分组成。

1. 计算机主机

计算机主机由微处理器、内存储器及系统总线组成。它是整个计算机控制系统的核心，它的性能直接影响到系统的优劣。主机按照预先存放在内存中的程序指令，由过程输入通道不断地获取反映被控对象运行情况的信息，并按程序规定的控制算法或操作人员通过键盘输入的操作命令自动地进行信息处理、分析和计算，做出相应的控制决策，并通过过程输出通道向被控对象及时地发出控制命令，以实现对被控对象的自动控制。

目前，计算机控制系统采用的主机有单片机、可编程序控制器（PLC）和工业 PC（工控机）等。在实际应用中，应根据应用规模、控制目的和控制需要选用性价比高的计算机，如对于小型控制系统、智能仪表及智能化接口，应尽量采用单片机模式；对于新产品开发或用量较大的控制系统，为降低成本可采用单片机模式；对于中等规模的控制系统，为加快系统的开发速度，可以选用 PLC 或工控机，应用软件可自行开发；对于大型的生产过程控制系统，最好选用工控机、专用集散控制系统（DCS）或现场总线控制系统（FCS），软件可自行开发或购买现成的组态软件。

如果控制现场环境比较好，对可靠性的要求又不是特别高，可以选择普通的个人计算机，否则还是选择工控机为宜。在主机的配置上，以留有余地、满足需要为原则，不一定要选择最高档的配置。

2. 过程通道

过程通道是计算机主机与生产过程被控对象之间进行信息传递和转换的连接装置。根据信号传送方向，过程通道可分为输入通道和输出通道；根据传送信号的形式，过程通道又可

分为模拟量通道和开关量通道。目前工业上使用最多的是板卡式过程通道，其次是远程 I/O 模块。

(1) 模拟量输入通道

在计算机控制系统中，为了实现对生产过程、周围环境或其他设备的检测和控制，首先必须对各种模拟量参数，如温度、压力、流量、成分、液位、速度、距离等进行采集。为此，要用传感器和变送器将采集到的物理量变换成标准的电信号，通过滤波放大，经 A/D 转换器转换成计算机能接受的数字量。

(2) 模拟量输出通道

目前工业生产中使用的执行机构，其控制信号基本上是模拟的电压或电流信号。因此计算机输出的数字信号必须经 D/A 转换器转换为模拟量后，才能去控制执行机构。控制多个回路时，还需要使用多路开关进行切换。

(3) 数字量输入通道

数字量输入通道的任务主要是将现场输入的数字（开关）信号经转换、保护、滤波、隔离等措施转换成计算机能够接收的逻辑信号。

数字量输入通道在控制系统中主要起以下作用：记录生产过程中某些设备的状态，如电动机是否在运转、阀门是否开启等；对生产过程中某些设备的状态进行检查，以便发现问题进行处理。

(4) 数字量输出通道

对于只有“0”和“1”两种工作状态的执行机构或器件，计算机控制系统输出数字（开关）量来控制它们，如控制电动机的起动和停止、信号指示灯的亮和灭、电磁阀的打开与关闭、继电器的接通与断开、步进电动机的运行等。数字量输出通道的任务就是把计算机输出的数字信号传送给这些执行机构或器件。

(5) 执行机构

在计算机控制系统中，必须将经过采集、转换、处理的被控参量（或状态）与给定值（或事先安排好的动作顺序）进行比较，然后根据偏差来控制有关输出部件，达到自动调节被控量（或状态）的目的。

(6) I/O 接口

由于外围设备和被控对象不能直接由计算机主机控制，必须由“接口”来传送相应的信息和命令。I/O 接口是主机和通道以及外围设备进行信息交换的纽带。接口电路有并行接口、串行接口、脉冲接口和直接数据传送接口等。绝大多数 I/O 接口都是可编程的，它们的工作方式可以通过编程设置。

由上可知，过程通道由各种硬件设备组成，它们起着信息变换和传递的作用，配合相应的输入、输出控制程序，使计算机和被控对象间能进行信息交换，从而实现对生产机械、过程的控制。

3. 操作控制台

操作控制台是操作员与计算机控制系统之间进行联系的纽带，如图 1-6 所示。通过操作控制台，操作人员可及时了解被控对象的运行状态、运行参数、报警信号等，进行必要的人为干预，发出各种控制命令或紧急处理某些事件，实现相应的控制目标，还能通过它输入程序和修改有关参数。

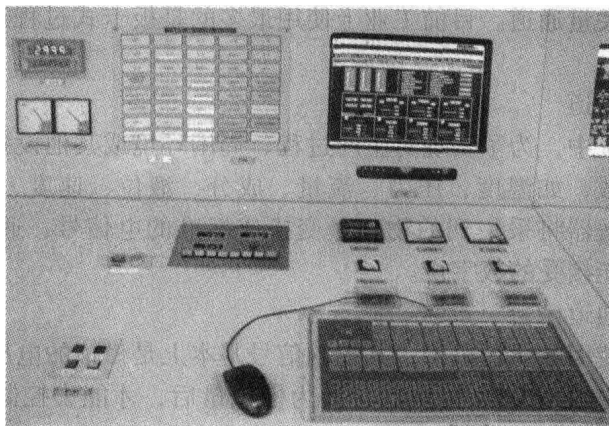


图 1-6 计算机操作控制台

为实现上述功能，操作控制台一般应包括以下几部分。

(1) 信息显示部分

信息显示部分包括指示状态的指示灯、指示报警的声光报警器、LED、LCD 或 CRT 显示器，显示系统所需的内容和报警信号。在显示数据较少、系统功耗小的简易系统中，一般采用 LCD 显示器；而在规模比较大、要求比较高的复杂控制系统中，可以选用 CRT 显示器。因为 CRT 显示器不仅可以显示数据表格，而且可以更好地显示各种图形，如控制系统流程图、参数变化趋势图、调节回路指示图等。

(2) 信息记忆部分

信息记忆部分主要包括打印机、记录仪、存储设备等输出设备。存储设备有磁盘驱动器、光盘驱动器、U 盘、磁带机等，主要用于存储程序和数据。

(3) 工作方式选择部分

计算机控制系统采用各种开关（如按钮等）实现工作方式的选择，如电源开关、数据及地址选择开关、操作方式（如自动、手动）选择开关等。通过这些开关，控制系统可以完成对计算机系统的启动、暂停，对参数或数据进行修改，对工作方式、算法、控制方式进行选择等功能。

(4) 信息输入部分

计算机控制系统的输入设备有键盘、扫描仪、纸带读入机和卡片读入机等，主要用于输入程序和数据。操作键盘一般应包括数字键及功能键。数字键主要用来向主机输入数据或修改控制系统的参数；通过功能键可向主机申请中断服务，使计算机进入功能键所代表的功能服务程序，如启动、复位、打印、显示等。

计算机控制系统的复杂程度不同，其硬件组成差别很大，可根据实际情况进行选择。

1.3.2 计算机控制系统的软件组成

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执行控制任务的关键，统称为软件。计算机控制系统的软件程序不仅决定其硬件功能的发挥，而且也决定了控制系统的控制品质和操作管理水平。计算机只有在配备了所需的各种软件后，才能构成完整的控制系统。在计算机控制系统中，许多功能都是通过软件来实现的，即在