



高等学校仪器仪表及自动化类专业规划教材

面向对象的测控系统 软件设计

■ 主 编 孟建军 殷 红
副主编 彭珍瑞 祁文哲 杨红平



西安电子科技大学出版社
<http://www.xduph.com>

高等学校仪器仪表及自动化类专业规划教材

面向对象的测控系统软件设计

主编 孟建军 殷 红

副主编 彭珍瑞 祁文哲 杨红平



西安电子科技大学出版社

2008

内 容 简 介

本书结合典型工程应用实例,较为系统地介绍了微机测控系统软件设计的基本思路、方法和关键技术。内容包括:软件设计在微机测控系统中的地位;面向对象的软件工程的原理和步骤,以及将这种原理运用在一门具体的语言中的实现方法,并以 Visual Basic 为例讲述面向对象编程语言在微机测控系统中的应用;关系型数据库的基本原理,以及将这种原理运用到具体的数据库环境和工程问题中的设计实现方法,并分别以 Access 和 SQL Server 为例讲述 Visual Basic 对本地数据库和远程数据库调用和访问的方法; Visual Basic 与单片机、USB、PLC 等常见的下位机硬件系统进行数据通信的关键技术。

本书示例丰富,可作为高等院校测控技术与仪器、机电一体化、机械设计制造及自动化、车辆工程、自动控制等专业的教材及相关专业的教学参考书,也可供测控技术领域的工程技术人员和相关专业的研究生参考。

★ 本书配有电子教案,有需要的老师可与出版社联系,免费提供。

图书在版编目(CIP)数据

面向对象的测控系统软件设计/孟建军,殷红主编.

—西安:西安电子科技大学出版社,2008.5

高等学校仪器仪表及自动化类专业规划教材

ISBN 978-7-5606-2004-6

I. 面… II. ① 孟… ② 殷… III. 计算机控制系统—软件设计—高等学校—教材
IV. TP27

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2008)第 021288 号

策 划 云立实

责任编辑 王 璞 云立实

出版发行 西安电子科技大学出版社(西安市太白南路2号)

电 话 (029)88242885 88201467 邮 编 710071

http://www.xduph.com E-mail: xdupfb001@163.com

经 销 新华书店

印刷单位 陕西华沐印刷科技有限责任公司

版 次 2008年5月第1版 2008年5月第1次印刷

开 本 787毫米×1092毫米 1/16 印张 23.5

字 数 555千字

印 数 1~4000册

定 价 33.00元

ISBN 978-7-5606-2004-6 / TM · 0045

XDUP 2296001-1

*** 如有印装问题可调换 ***

本社图书封面为激光防伪覆膜,谨防盗版。

前言

随着计算机技术的飞速发展，测控系统的微机化是一个必然的趋势。测控系统包括硬件和软件两个方面。作为一门实用性很强的应用学科，微机测控及其相关技术的研究已发展成为控制技术应用领域里的重要研究内容和核心课题，其成果在各行各业特别是航空航天、交通运输、工业生产领域中发挥着越来越重要的作用。

目前，关于测控技术的书籍虽然很多，但其中讲解硬件的偏多，而结合实际硬件系统介绍软件编程的较少，很多书籍也只是涉及某一支技术。能够将微机测控系统软件设计中软件工程的规划，桌面数据库、网络数据库访问，与单片机、PLC、USB 的通信等诸多技术综合、系统地讲解的书更是不多见。本书正是将这些知识有效地结合在一起，将其运用于系统的设计中。

本书从面向对象的软件系统分析和设计的角度出发，以实际的科研和工程项目为背景，以 Visual Basic 编程语言为例，着重讲解了微机测控系统设计中高级语言编程的关键环节和核心技术，使读者在学习能够较为全面、系统地掌握微机测控系统软件设计的技术要领。

全书共分 11 章。第 1 章介绍了微机测控系统的发展历程、软件设计在微机测控系统中的地位、软件设计步骤和方法；第 2 章结合实例介绍了典型微机测控系统软件应用的基本特点、结构和功能分析方法，为后续课程的学习打下基础；第 3 章介绍了面向对象的软件工程技术；第 4 章介绍了 Visual Basic 语言中的面向对象程序设计技术，以及这种技术在微机测控系统软件设计中的应用；第 5 章介绍了关系数据库的基本原理和设计方法；第 6 章介绍了关系数据库的基本访问方法，并且与 Visual Basic 语言编程实践相结合，通过实例介绍了在微机测控系统中使用本地数据库的方法；第 7 章介绍了微机测控系统远程数据库访问的具体方法；第 8 章介绍了微机测控系统中的数据通信方式的种类，着重介绍了串行异步数据通信方式；第 9 章介绍了计算机与 PLC 串行通信的软件实现；第 10 章介绍了 USB 总线接口的软件通信技术；第 11 章通过几个实际工程问题的软件设计和关键技术问题的分析，训练读者综合运用所学知识，提高微机测控系统软件设计的能力以及对系统总体设计的宏观把握和分析能力。

根据作者多年的科研经验，本书以大量颇有价值的工程问题为例给出了行之有效的程序设计方法。本书是读者综合应用计算机、软件工程、数据库和通信知识的好教材，它将从根本上提高读者用软件编程的方法来解决实际工程系统测控问题的能力。这些包含着作者宝贵经验和心血的大量应用实例，将会使本书成为读者从经典知识的学习者真正转化为工程技术的应用者，从而走向创新实践的殿堂的敲门砖。

本书可作为测控技术与仪器、机电一体化、自动控制等专业的教材或教学参考书，也可供测控技术领域的工程技术人员和相关专业的研究生参考。

本书由孟建军、殷红担任主编，彭珍瑞、祁文哲和杨红平为副主编。其中第1、2、11章由孟建军编写；第4章和第6章的6.8节由殷红编写；第3章由彭珍瑞编写；第8章的8.4节和第9、10章由祁文哲编写；第6章的6.1~6.7节、第7章和第8章的8.1~8.3节以及8.5节由杨红平编写；第5章由李方编写。全书统稿、定稿由孟建军和殷红完成。

在本书编写过程中，殷达瑞、李玮、高明、杨成慧、杨泽青和吴庆立等做了许多调试、绘图和校正工作，在此一并表示感谢。

本书参考了国内外许多作者的论著、先进技术理论和应用成果，在此谨致谢意。

本书的出版得到了西安电子科技大学出版社的大力支持和帮助，在此深表感谢。

由于作者水平有限，书中不足之处在所难免，敬请各位读者批评指正。

编者

2008年2月

目 录

第1章 概论	1
1.1 测控系统概述	1
1.2 测控系统微机化的重要意义	2
1.3 微机测控系统的组成与类型	3
1.3.1 微机测控系统的基本组成	3
1.3.2 微机测控系统的结构分类	5
1.3.3 微机测控系统的发展	8
1.4 软件工程在微机测控系统中的重要地位	12
1.4.1 软件的分类型	13
1.4.2 实时控制程序设计语言的选用	14
1.4.3 软件设计的步骤和方法	15
1.5 本书的内容与特点	16
第2章 典型测控系统的结构和功能分析	18
2.1 工业企业生产过程管理的信息化改造	18
2.1.1 问题描述	18
2.1.2 系统网络构成	21
2.1.3 网络中的数据通信	23
2.1.4 系统的优点	24
2.2 大型自动化立体停车库的计算机监控	25
2.2.1 问题描述	25
2.2.2 系统的构成和上位机工作模式	26
2.2.3 监控机与读卡器通信的基本要求	27
2.2.4 上、下位机的通信	28
2.2.5 系统软件设计与实现	28
2.2.6 系统的优点	29
第3章 面向对象的软件工程	31
3.1 面向对象技术概论	31
3.1.1 结构化范型与面向对象范型	31
3.1.2 面向对象的基本概念	32
3.2 面向对象软件过程	34
3.2.1 生命周期	34
3.2.2 面向对象分析	35
3.2.3 面向对象设计	38

3.2.4	面向对象编程	40
3.2.5	面向对象测试	41
3.2.6	对象模型的一个实例	43
第4章 测控系统程序设计基础		46
4.1	Visual Basic 中的面向对象程序设计技术	46
4.1.1	Visual Basic 简介	46
4.1.2	面向对象程序设计的基本概念	46
4.1.3	Visual Basic 6.0 集成开发环境	48
4.1.4	Visual Basic 编程步骤	52
4.1.5	Visual Basic 工程的构成	56
4.2	Visual Basic 基础知识	56
4.2.1	标准数据类型	56
4.2.2	变量	57
4.2.3	常量	59
4.2.4	运算符与表达式	61
4.2.5	常用内部函数	63
4.2.6	Visual Basic 常用控件	65
4.2.7	Visual Basic 中的方法	74
4.2.8	Visual Basic 中的事件	75
4.3	过程与模块	77
4.3.1	过程	77
4.3.2	代码模块	80
4.3.3	变量的作用范围与生存期	81
4.4	类与对象	82
4.4.1	对象变量	82
4.4.2	类与对象的创建和使用	84
4.5	菜单程序设计	90
4.5.1	菜单编辑器	90
4.5.2	菜单制作实例	92
4.6	文件的访问	96
4.6.1	文件系统控件	96
4.6.2	公共对话框的使用	98
4.6.3	文件的存取	98
4.7	图形操作	102
4.7.1	坐标系统	102
4.7.2	图形控件	105
4.7.3	图形方法	106
第5章 关系数据库基础		110
5.1	数据库技术概述	110

5.1.1	数据库系统的结构	110
5.1.2	数据模型	112
5.2	关系数据库基本理论	115
5.2.1	E-R 模型	115
5.2.2	关系模型	120
5.2.3	关系的规范化	126
5.2.4	数据库设计	128
5.3	关系数据库标准语言 SQL	130
5.3.1	结构化查询语言概述	130
5.3.2	SQL 语句结构	130
5.3.3	合计函数	131
5.3.4	SQL 的数据查询	132
5.3.5	SQL 的数据更新	133
5.4	数据库设计实例	134
5.4.1	系统说明	134
5.4.2	数据库设计	135
第 6 章 本地数据库访问技术		137
6.1	Visual Basic 与数据库	137
6.1.1	Visual Basic 中数据库的基本概念	137
6.1.2	数据库的分类	139
6.2	Microsoft 数据库管理系统——Access	139
6.2.1	Access 数据库概述	139
6.2.2	数据库及数据表的建立	140
6.2.3	数据库引擎	143
6.3	Visual Basic 数据管理器的使用	144
6.3.1	数据库的建立	144
6.3.2	数据的编辑	147
6.4	Visual Basic 数据库访问技术	148
6.5	DAO 数据库访问技术	149
6.5.1	DAO 的特性与功能	149
6.5.2	DAO 操作数据库的基本流程	152
6.5.3	DAO 打开、关闭数据库	152
6.5.4	DAO 利用记录集对象操作数据库	156
6.6	ADO 数据库访问技术	157
6.6.1	ADO 层次模型	157
6.6.2	ADO 编程模型	158
6.6.3	ADO 程序设计实例	159
6.7	数据库访问控件	162
6.7.1	Data 控件	162

6.7.2	ADO Data 控件	167
6.7.3	数据绑定控件	171
6.8	本地数据库操作编程实例	173
6.8.1	全局变量定义	174
6.8.2	原始数据库表的建立	174
6.8.3	用户注册	180
6.8.4	操作员登录	183
6.8.5	系统用户管理	186
6.8.6	小结	193
第 7 章 远程数据库访问技术		195
7.1	新一代数据库管理系统	195
7.2	SQL Server 2005	196
7.2.1	SQL Server 概述	196
7.2.2	SQL Server 2005 的特性	198
7.3	Visual Basic 的远程数据库访问技术	201
7.3.1	创建 ODBC 数据源	201
7.3.2	Visual Basic 与 SQL Server 的三种常见接口	205
7.3.3	Visual Basic 对 SQL Server 的访问实例	211
第 8 章 计算机通信技术		216
8.1	计算机通信概述	216
8.1.1	并行通信与串行通信	216
8.1.2	异步通信与同步通信	217
8.1.3	单工与双工通信方式	218
8.2	开放系统互连模型	218
8.3	串行通信的接口标准	220
8.3.1	RS232C	220
8.3.2	RS422A	222
8.3.3	RS485	223
8.4	串行通信的软件实现技术	223
8.4.1	网络集成	224
8.4.2	控制网络的通信原理	225
8.4.3	Visual Basic 的通信控件	228
8.4.4	检测装置数据发送模拟	231
8.4.5	监控计算机数据的接收	236
8.5	现场总线	244
8.5.1	现场总线简介	244
8.5.2	现场总线的国际标准	247
8.5.3	现场总线的网络体系	248
8.5.4	现场总线的数据通信模式和测控网络应用	251

第9章 可编程序控制器的通信和网络	253
9.1 PLC的基本结构	253
9.1.1 PLC的基本概念	253
9.1.2 模块式PLC的基本结构	253
9.1.3 PLC的应用领域	254
9.2 西门子PLC工业自动化通信网络体系	255
9.2.1 工业以太网	255
9.2.2 现场总线PROFIBUS	256
9.2.3 AS-i接口和EIB	259
9.2.4 用西门子PLC构成DP网络系统	259
9.3 S7系列PLC与其他计算机的通信	263
9.3.1 CP340的工作原理	263
9.3.2 字符的串行传输	264
9.3.3 ASCII通信协议	265
9.3.4 通信功能块	266
9.4 计算机与PLC串行通信的软件实现	271
9.4.1 通信方式与通信原理	271
9.4.2 自由端口模式	272
9.4.3 通信程序设计实例	272
9.5 Prosave通信软件在点对点通信中的应用	277
9.5.1 Prosave简介	277
9.5.2 PC机与PLC之间的建立与断开连接	277
9.5.3 数据传输函数	278
第10章 USB总线接口的数据通信技术	281
10.1 通用串行总线(USB)技术概述	281
10.1.1 USB的含义	281
10.1.2 USB的优势	282
10.1.3 USB的用途	283
10.2 USB系统体系结构	284
10.2.1 总线布局技术	284
10.2.2 USB设备	287
10.2.3 USB主机	290
10.2.4 数据流类型	290
10.3 USB软件通信技术	291
10.3.1 USB设备的标准描述符	291
10.3.2 基于Visual Basic的USB设备显示程序设计	296
第11章 微机测控系统软件设计实例	303
11.1 自动化物流仓储管理监控系统	303
11.1.1 问题描述	303

11.1.2	系统构成	305
11.1.3	上位机和下位机 PLC 的通信问题	308
11.1.4	物流系统的软件模拟仿真	309
11.2	监控计算机与 PLC 通信协议应用实例	314
11.2.1	问题描述	314
11.2.2	系统构成	315
11.2.3	工作原理	316
11.2.4	上位机发送给主 PLC 的作业命令	318
11.2.5	上位机从主 PLC 中读取的状态信息	320
11.3	机车设备状态检测与故障诊断系统	322
11.3.1	问题描述	322
11.3.2	数据采集和数据处理	325
11.3.3	PC 与数据盒(单片机)的串行通信协议	326
11.3.4	串行通信程序设计	334
参考文献		364
10.4	计算机与 PLC 串行通信的硬件实现	371
10.4.1	通信方式与通信距离	371
10.4.2	自由端口方式	372
10.4.3	通信程序与硬件设计实例	372
10.5	Prosave 通信软件在点对点通信中的应用	377
10.5.1	Prosave 简介	377
10.5.2	PC 机与 PLC 之间的建立与断开连接	377
10.5.3	数据解密与封装	378
第 10 章 USB 总线接口数据通信技术		381
10.1	通用串行总线(USB)技术概述	381
10.1.1	USB 的含义	381
10.1.2	USB 的组成	382
10.1.3	USB 的应用	382
10.2	USB 系统结构	384
10.2.1	总线系统概述	384
10.2.2	USB 设备	387
10.2.3	USB 主机	390
10.2.4	数据流类型	390
10.3	USB 软件通信协议	391
10.3.1	USB 设备的标准通信协议	391
10.3.2	基于 Visual Basic 的 USB 设备显示程序的设计	396
第 11 章 数控机床系统软件设计实例		399
11.1	自动换刀系统软件设计实例	399
11.1.1	问题描述	399

第1章 概 论

1.1 测控系统概述

人类在认识世界和改造世界的过程中,一方面要采用各种方法获得客观事物的量值,这个任务我们称之为“测量”;另一方面也要采用各种方法支配或约束某一客观事物的进程结果,这个任务我们称之为“控制”。“测量”和“控制”是人类认识世界和改造世界的两项重要任务,而测控系统则是人类实现这两项任务的工具和手段。按照仪器或系统承担的任务不同,测控仪器或系统可分为三大类:单纯以测试或检测为目的的“测试(检测)系统”、单纯以控制为目的的“控制系统”和测量控制一体的“测控系统”。

发明元素周期表的科学家门捷列夫曾说过:“有测量才有科学。”科学的发展和突破往往是以检测仪器和技术方法上的突破为先导的。例如,人类在光学显微镜出现以前,只能用肉眼来分辨物质,而19世纪出现了光学显微镜,这就使人们能够借助显微镜来观察细胞,从而大大推动了生物科学的发展。到20世纪30年代出现了电子显微镜,又使人们的观察能力进入微观世界,从而推动了生物科学、电子科学和材料科学的发展。在诺贝尔物理和化学奖中大约有1/4属于测试方法和仪器创新。这些事实都说明了测试仪器和系统在科学研究中的重要作用。

测控系统本质上就是计算机控制系统。为了对被控对象实施控制,对其参数和状态进行检测是必不可少的。计算机控制是以自动控制理论和计算机技术为基础的。控制对象从小到大,从简单到复杂,都可以由计算机参与控制。计算机可以控制单个电机或阀门,也可以控制一台设备和一个工艺过程,还可以控制和管理一条生产线、一个车间、整个工厂以至整个企业集团。计算机控制可以是单个回路参数的简单控制,也可以是复杂控制规律的多变量解耦控制、最优控制、自适应控制乃至具有人类智慧功能的智能控制等。下面再来看一组例子,见表1-1。

表 1-1 测控系统分类举例

分 类	举 例
原来由机器实现动作的装置→与电子技术相结合实现动作的装置	发条式钟表→石英钟表 手动照相机→自动(微机控制)照相机 机械式缝纫机→电动(电子式)缝纫机 手动(机械式)游戏机→电动(电子式)游戏机 机械式调速器→电子式调速器
原来由人来判断决定动作的装置变为无人操作的装置	自动售货机、银行等部门使用的自动出纳机(ATM)、车票的自动售票机、自动检票机、邮局的自动分拣机、无人仓库的堆垛机、船舶及飞机的自动导航装置、预防碰撞装置、无人驾驶的轻轨车辆等
按照人们编制的程序来实现灵活动作的装置	数控(NC)机床、工业机器人、智能机器人、智能机械手等

由表 1-1 所示的各种实例表明:

(1) 原来仅由机械机构实现运动的装置,变成了与电子技术相结合来实现同样运动的新的装置。

(2) 原来由人来判断和操作的设备,由于嵌入了微机系统变为由机器进行判断实现无人操作的设备。

(3) 运用计算机控制技术,按照人类所编制的程序可实现灵活运动的设备。其中像数控(NC)机床和机器人这样的典型例子可以举出许多。

目前,测控技术广泛应用于炼油、化工、冶金、电力、电子、交通、航空航天、轻工和纺织等各行各业。据悉,许多现代化大型钢铁企业的技术装备投资 1/3 经费用于购置仪器和自控系统。即使原来认为以土法生产的制酒工业、卷烟企业,今天也需通过精密的仪器仪表严格控制湿度等流程才能创出名牌。

测控系统在工业生产中起着把关者和指导者的作用,它从生产现场获取各种参数,运用科学的规律和系统工程的做法,综合有效地利用各种先进技术,通过自控手段和装备,使每个生产环节得到优化,进而保证生产规范化,提高产品质量,降低成本,满足需要,保证安全生产。

1.2 测控系统微机化的重要意义

测控技术的发展和应用的与生产和科学技术的发展分不开的。在手工生产阶段,人们对产品的质量要求不高,对产品的数量要求不多,因此采用手摸、目测的方法,再以手或脚去控制加工工具或简单生产机械来进行生产。在单机生产阶段,原有的测试方法已不能满足要求,随之就产生了与之相适应的指针式仪表等简单测试仪器,用以作为手工控制的依据。在大规模生产机械化、自动化阶段,产生了各种不同的检测元件、仪器仪表及装置,以适应机械化或自动化生产的需求。在现代化生产阶段,为了提高产品质量、提高效率、减轻劳动强度、改善劳动环境、安全生产和节省能源等,自动化生产的水平越来越高。特别是随着科学技术的不断进步,大规模集成电路及微型计算机的出现和发展,测控技术有了更好、更快的发展,产生了各种类型的微机测控系统。

将微型计算机技术引入测控系统中后,传统的测控系统发生了根本性变革。即采用微型计算机作为测控系统的主体和核心,代替传统测控系统的常规电子线路,不仅解决了传统的测控系统主要由“测控电路”组成、所具备功能较少较弱的缺点,而且能简化电路,增加或增强功能,提高测控精度和可靠性,显著增强测控系统的自动化、智能化程度,缩短系统研制周期,降低成本,易于升级换代等。因此,现代测控系统设计,特别是高精度、高性能、多功能的测控系统,目前已很少有采用计算机技术的了。

新一代微机化测控系统的使用可带来以下一些新特点和新功能:

(1) 自动对零功能。在每次采样前对传感器的输出值自动清零,从而大大降低因测控系统漂移变化造成的误差。

(2) 量程自动切换功能。可根据测量值和控制值的大小改变测量范围和控制范围,在保证测量和控制范围的同时提高分辨率。

- (3) 多点快速测控。可对多种不同参数进行快速测量和控制。
- (4) 数字滤波功能。利用计算机软件对测量数据进行处理,可抑制各种干扰和脉冲信号。
- (5) 自动修正误差。许多传感器和控制器的特性是非线性的,且受环境参数变化的影响比较严重,从而给仪器带来误差。采用计算机技术,可以依靠软件进行在线或离线修正。
- (6) 数据处理功能。利用计算机技术可以实现传统仪器无法实现的各种复杂的处理和运算功能,比如统计分析、检索排序、函数变换和频谱分析等。
- (7) 复杂控制规律。利用计算机技术不仅可以实现经典的 PID 控制,还可以实现各种复杂的控制规律,如自适应控制、模糊控制等。
- (8) 多媒体功能。利用计算机的多媒体技术,可以使仪器具有声光和语音等功能,增强测控系统的个性或特色。
- (9) 通信或网络功能。利用计算机的数据通信功能,可以大大增强测控系统的外部接口功能和数据传输功能。采用网络功能的测控系统可以拓展一系列新颖的功能。
- (10) 自我诊断功能。采用计算机技术后,可对测控系统进行监测,一旦发现故障,就立即报警,并可显示故障部位或可能的故障原因,对排除故障的方法进行提示。目前,在许多大型控制系统中,越来越多地采用了远程监控和诊断功能。

1.3 微机测控系统的组成与类型

1.3.1 微机测控系统的基本组成

1. 微机化检测系统

微机化检测系统是以微机为核心,单纯以检测为目的的系统。它一般用来对被测过程中的一些物理量进行测量并获得相应的精确测量数据,因此,又常称为数据采集系统,其基本组成框图如图 1-1 所示。例如,在某些对生产过程、设备状态等进行监测的场合,为了对测量过程进行集中实时监视,模拟量输出通道将微机处理后的测量数据转换成模拟信号,在示波器或图示仪等模拟显示器上显示出来。如果被测参数超过规定限度,微机还将及时启动报警器,发出报警信号。

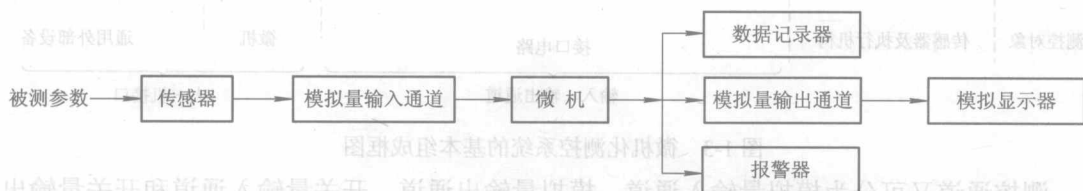


图 1-1 微机化检测系统组成框图

2. 微机化控制系统

微机化控制系统是以微机为核心,单纯以程序控制为目的的系统,其组成框图如图 1-2 所示。这是一种开环控制系统,程序控制的基本思想是将被控对象的动作次序和各类参数输入微机,微机执行固定的程序,一步一步地控制被控对象的动作,以达到预期的目的。例如,机床加工产品时可采用计算机控制,预先输入切削量、进给量、工件尺寸和加工步

骤等相关参数,运行时由计算机控制刀具的动作,最后加工出成品。



图 1-2 微机化控制系统组成框图

3. 微机化测控系统

微机化测控系统是以微机为核心、测控一体化的系统。这种系统对被控对象的控制是由对被控对象的测量结果决定的。因此,它实质上是一种闭环控制系统,其基本组成框图如图 1-3 所示。测控系统从大的方面来讲,可由测控装置和测控对象两大部分组成。测控装置可分成硬件和软件两大部分。其中硬件包括传感器、变送器、转换电路、控制电路、执行机构、计算机及外部设备等;而软件是指操作系统和各种应用程序等,是系统的灵魂。

图 1-3 中的输入、输出通道称为过程通道,它是微机与测控对象的联结渠道,因此,我们又称之为“测控通道”。

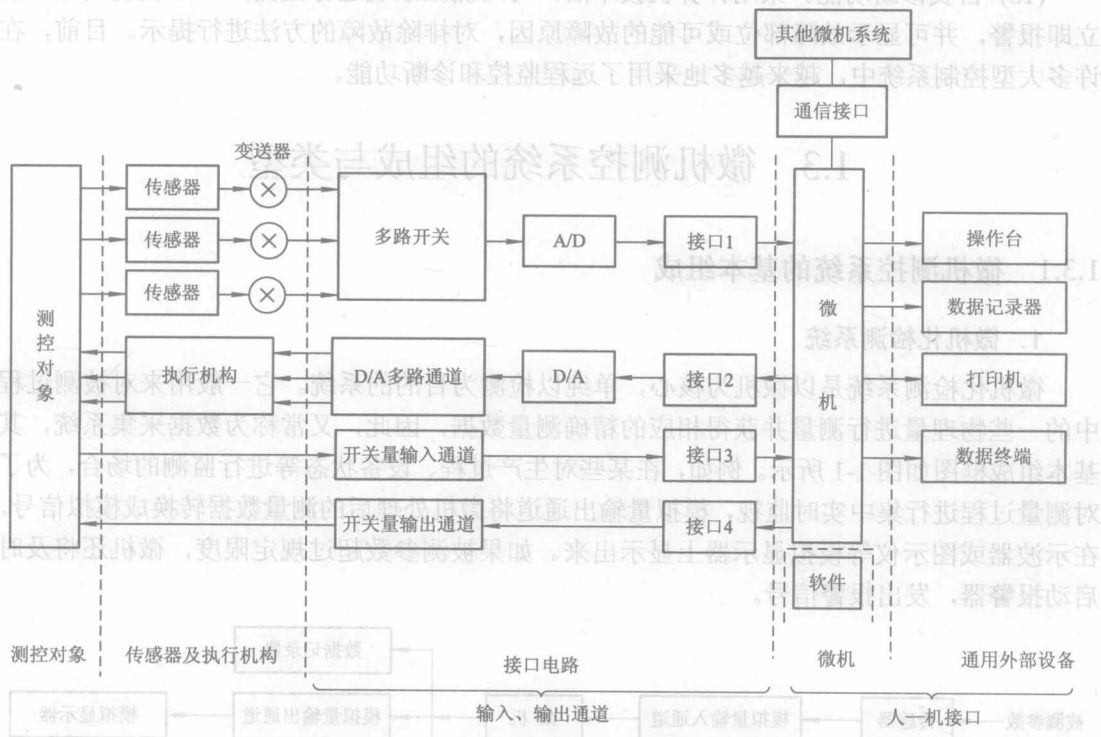


图 1-3 微机化测控系统的基本组成框图

测控通道又可分为模拟量输入通道、模拟量输出通道、开关量输入通道和开关量输出通道。带有模/数(A/D)转换器的模拟量输入通道用来连接各类模拟信号输出的传感器,也可直接用做模拟形式的电压或电流的输入端。被测参数经传感器、变送器,转换成统一的标准信号,再经多路开关分时送到 A/D 转换器进行模拟/数字转换,转换后的数字量通过接口送入计算机(微机)。在计算机内部,用软件对采集的数据进行处理和计算,然后经模拟量输出通道输出。模拟量输出通道带有数/模(D/A)转换器,使计算机能对模拟形式的执行机构或输出设备进行控制。开关量输入通道用来接收外界以“开关”形式表示的信息。例如,在

电网实时监控系统中,它可用来监视电网各类断路器的开合状态。在另一些在线检测中,开关量输入通道可用来表示“超值”、“告警”、“极性转换”等状态并通知计算机做相应的处理。开关量输出通道也可用编码的形式向计算机输入信息,这种信息既可以是命令信息(要求计算机执行某种动作),也可以是单纯的数据信息。开关量输出通道通常用来控制开关型执行机构(继电器、步进电机等),也可用来以编码形式输出信息。

图 1-3 中的“人—机接口”是微机与操作人员的联结渠道,也称为“人—机通道”。最常用的有输入命令和数据的键盘、显示测量结果和运行状态的显示器、打印机以及各种数据记录器等。

图 1-3 中的“通信接口”是微机与其他微机系统的联结渠道,也称为“相互通道”。多微机测控系统的各个微机之间通过“通信接口”传送指令或数据。

对比图 1-1、图 1-2 和图 1-3 可知,微机测控系统可认为是由“测试系统”和“控制系统”两部分构成的,单纯的“测试系统”或单纯的“控制系统”只是“测控系统”的特例。

1.3.2 微机测控系统的结构分类

在工业生产上用到的计算机测控系统,其具体结构组成、硬件部件和软件系统,会由于使用的目的、对功能的要求和投资的多少而各不相同。现结合系统功能和使用目的,介绍几种常见的典型应用系统。

1. 数据采集与处理系统

数据采集与处理系统的结构框图如图 1-4 所示。严格地说,这种系统属于计算机检测系统,计算机并不直接参与控制。这种系统的主要作用是:

(1) 生产过程的集中监视。计算机对生产过程(被控对象)的不同变量参数进行巡回检测,并将采集到的数据以一定格式在监视器上显示或通过打印机打印出来,实现对生产过程的集中监视。

(2) 操作指导。计算机对采集到的数据进行分析处理,并给出对生产过程控制的建议,由过程的操纵者依给定的建议,实现对生产过程的控制。

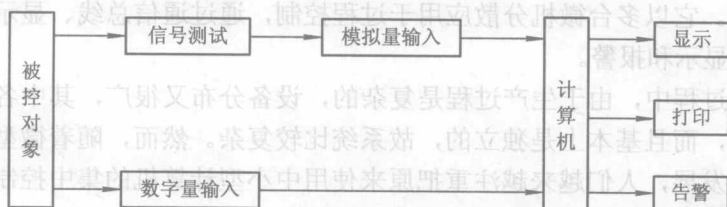


图 1-4 数据采集与处理系统的结构框图

2. 直接数字控制系统

直接数字控制(DDC)系统的结构框图如图 1-5 所示。计算机通过输入通道进行实时数据采集,且按已给定的控制规律进行实时决策,产生控制指令,并通过输出通道对生产过程(被控对象)实现直接控制。这种控制方式是应用最普遍的一种方式。由于这种系统中的计算机直接参与生产过程的控制,因此要求实时性好、可靠性高和环境适应性强。

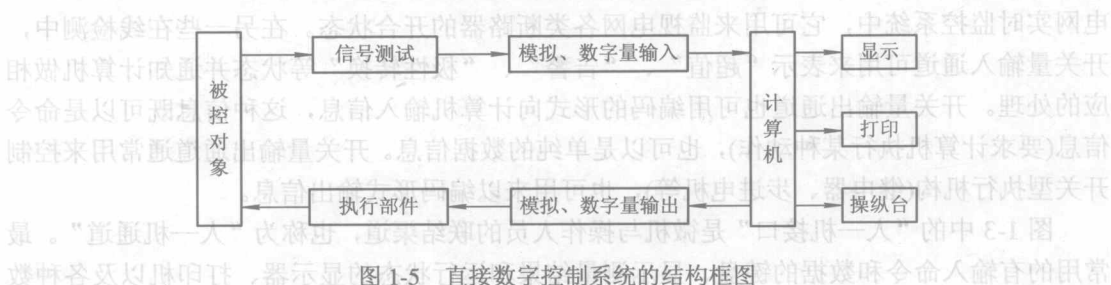


图 1-5 直接数字控制系统的结构框图

3. 监督计算机控制系统

监督计算机控制(SCC)系统的结构框图如图 1-6 所示。该系统是二级计算机控制。其中直接数字控制计算机完成生产过程的直接控制；而监督计算机则根据生产过程工况和已知的数学模型进行优化分析和生产最优值设定，以此作为直接数字控制的指令信号，由直接数字控制系统执行。由于监督计算机承担了上一级控制与管理的任务，因此要求其数据处理功能强、存储容量大。

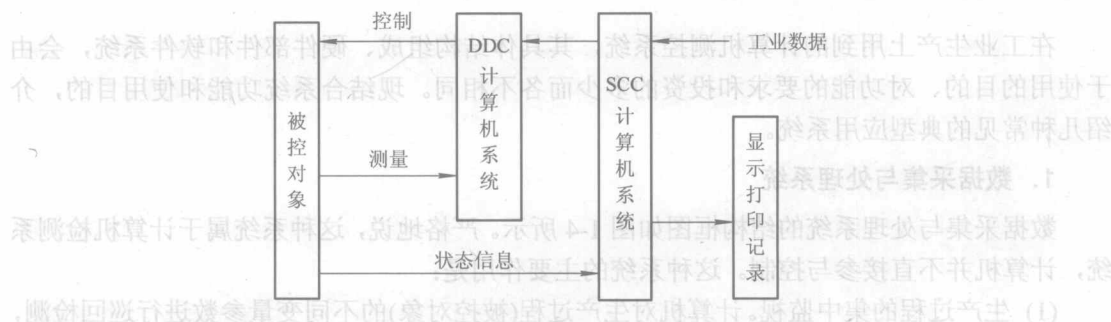


图 1-6 监督计算机控制系统的结构框图

4. 分散型计算机控制系统

分散型计算机控制系统(Distributed Control System, DCS)也称分布式控制系统或集散控制系统。它是利用计算机技术、控制技术、通信技术、图形显示技术实现过程控制和过程管理的控制系统。它以多台微机分散应用于过程控制，通过通信总线、显示器、键盘等设备集中进行操作显示和报警。

在整个生产过程中，由于生产过程是复杂的，设备分布又很广，其中各工序、各设备同时并行地工作，而且基本上是独立的，故系统比较复杂。然而，随着微型机价格的不断下降和单片机的发展，人们越来越注重把原来使用中小型计算机的集中控制用分布控制系统来代替，这样就可以避免传输误差及系统的复杂化。

DCS 系统采用分散控制原理、集中操作、分级管理与控制和综合协调的设计原则，把系统从上而下分成生产管理级、控制管理级和过程控制级等，形成分布式控制。各级之间通过数据传输总线及网络相互连接起来。系统中的过程控制级完成过程的检测任务。控制管理级通过协调过程控制器工作，实现生产过程的动态优化。生产管理级完成制定生产计划和工艺流程以及对产品、人员、财务管理实现静态优化。在这种系统中，只是必要的信息才传送到上一级计算机或中央控制室，而绝大部分时间都是各个计算机并行地就地工作。分布式控制系统有如下几种结构：