

测控总线及仪器 通信技术

(第二版)

王泉德 王先培 主编



科学出版社

测控总线及仪器通信技术

(第二版)

王泉德 王先培 主编

科学出版社

北京

版权所有,侵权必究

举报电话:010-64030229;010-64034315;13501151303

内 容 简 介

当今时代,控制、计算机、通信、指挥以及信息技术(简称C'I技术)共同推动着工业自动化、机器人、航空航天等领域的过程控制系统与自动测试系统的飞速发展,其中总线通信技术可以帮助系统完成数据的快速、可靠传递,是复杂系统各部件有机结合并实现高度集成的基础。总线与通信技术使测控系统的部件和构成很方便地由分立元器件发展到集成片、个人仪器的仪器插件、嵌入式系统、多处理器自动化装置,再到目前的集散控制系统和网络化虚拟仪器。本教材围绕测控系统与仪器的通信技术,介绍了测控总线与仪器通信的一般原理和方法,包括数据通信基础、工业控制计算机网络、简单接口通信技术、标准总线通信、仪器专用总线、通用串行总线、航空航天测控总线和无线通信技术及网络等。

本书可供测控技术与仪器、自动化、机电一体化等专业的本科生教学使用,也可以作为相关领域科技人员的技术参考资料。

图书在版编目(CIP)数据

测控总线及仪器通信技术/王泉德,王先培主编.—2版.—北京:科学出版社,2016.11

ISBN 978-7-03-050882-9

I. ①测… II. ①王… ②王… III. ①总线控制 ②智能仪器-通信技术
IV. ①TP336 ②TP216

中国版本图书馆CIP数据核字(2016)第279423号

责任编辑:闫陶 黄彩霞/责任校对:廖浩

责任印制:彭超/封面设计:苏波

科学出版社 出版

北京东黄城根北街16号

邮政编码:100717

<http://www.sciencep.com>

武汉市首壹印务有限公司印刷

科学出版社发行 各地新华书店经销

*

开本:787×1092 1/16

2016年11月第一版 印张:20 1/2

2016年11月第一次印刷 字数:483 000

定价:48.00元

(如有印装质量问题,我社负责调换)

前 言

信息技术高速发展的今天,自动化技术、自动测试技术已经与计算机技术、通信技术高度地融为一体,传统的自动化系统与自动测试系统的体系结构、实现方法发生了根本性变化。集中式局部自动化监测控制系统已经被以通信技术为核心的分布式综合自动监测控制系统所取代,自动测试系统也由单点测试系统发展到以总线技术为基础的多点测试系统,以及以总线技术与网络技术为基础的网络化测试系统。

本书涉及过程自动化系统、智能仪表、自动测试系统中所用到的通信技术,包括工业控制计算机网络、简单接口通信技术、标准总线通信、仪器专用总线、通用串行总线、航空航天测控总线和无线通信技术及网络等。编写过程中充分考虑了测控技术与仪器专业的特点和知识结构,试图将各领域典型的测控总线与仪器通信技术介绍给学生。

本教材共 11 章。部分章节设有习题。

第 1 章为概论,介绍了基于通信技术的自动化系统、智能仪器、虚拟仪器、自动测试系统的框架结构,以及测控总线与仪器通信技术研究的主要内容。

第 2 章为数据通信基础,介绍了数据通信的基本概念、原理和方法等。

第 3 章为工业控制计算机网络,介绍了计算机网络的基本概念、工业局域网络标准、TCP/IP 协议、客户/服务器模型,以及基于 WinSock 的编程实例。

第 4 章为简单接口通信技术,介绍了微型计算机串行通信、并行通信接口技术,及其在测控系统中的应用。

第 5 章为共享存储区通信技术,介绍基于共享存储区的多 CPU 智能装置的物理结构、逻辑结构,以及相关的技术、方法和实例。

第 6 章为标准总线通信,主要介绍 Multibus、STD 两个工业常用标准总线,以及多 CPU 利用标准总线组成多微机系统的共性问题 and 实例。

第 7 章为现场总线,主要介绍了现场总线的基本概念,以及 CAN 总线和 LON 总线技术。

第 8 章为仪器专用总线,介绍了 VXI 总线、PCI 总线和 PXI 总线的组成、原理、结构及应用。

第 9 章为通用串行总线,介绍了通用串行总线的体系结构、通信协议,及其软硬件设计方法和案例。

第 10 章为航空航天测控总线,介绍了 SpaceWire 和 1553B 总线的特点、接口功能和接口设计。

第 11 章为无线通信技术及网络,介绍无线通信的原理、射频系统、无线网络技术及应用、蓝牙技术和无线传感器网络等。

教材的第 1、第 2、第 8~10 章由武汉大学王泉德编写,第 3 章由武汉大学颜佳编写,

第4~7章由武汉大学王先培编写,第11章由武汉大学赵小红编写。全书由王泉德负责统编并定稿,由武汉大学邓德祥和许贤泽主审。在编写过程中,得到许多老师和同行的支持,在文字编辑和图形录入方面,多位研究生付出了辛勤的劳动,在此向他们表示衷心的感谢。

本教材的编写吸收了作者在教学、科研和社会实践工作中的诸多心得,同时大量参考了其他相关的教材、专著、论文和研究成果,在此向有关作者表示衷心的感谢。

本书不足之处在所难免,恳请广大读者提出修改意见,以便使本教材能不断地得到充实和提高。

编 者

2016年8月于珞珈山

目 录

第 1 章 概论	1
1.1 过程控制系统	1
1.1.1 生产过程控制系统的演变	1
1.1.2 我国生产过程控制系统的发展概况	2
1.1.3 计算机过程控制系统的基本组成	3
1.2 智能仪器与自动测试系统	4
1.2.1 概述	4
1.2.2 自动测试系统的组成	4
1.2.3 智能仪器与个人仪器	5
1.3 测控总线与仪器通信技术举例	8
1.4 测控总线与仪器通信技术的基本内容	10
第 2 章 数据通信基础	12
2.1 数据通信的基本概念	12
2.1.1 信息	12
2.1.2 数据	13
2.1.3 信号	13
2.1.4 信道	13
2.2 数据通信系统的构成	14
2.3 传输方式	14
2.3.1 并行传输方式及串行传输方式	14
2.3.2 基带传输、载带传输与宽带传输	15
2.3.3 单工方式、半双工方式与全双工方式	15
2.4 编码	15
2.4.1 码元	15
2.4.2 内部码与通信码	16
2.4.3 编码与解码	16
2.5 复用技术	17
2.5.1 频分复用	17
2.5.2 时分复用	17
2.5.3 波分复用	17
2.6 交换技术	17
2.6.1 线路交换方式	17
2.6.2 报文交换方式和报文分组交换方式	17

2.6.3 报文分组交换方式的实现方法	18
2.7 同步技术	18
2.7.1 帧与帧同步	18
2.7.2 位同步	19
2.7.3 字符同步	19
2.8 差错控制方法	20
2.9 检错编码	21
2.10 拓扑结构	23
2.11 异步通信与同步通信	24
第3章 工业控制计算机网络	27
3.1 计算机网络概述	27
3.2 计算机网络体系结构	27
3.2.1 计算机网络体系结构概述	27
3.2.2 开放系统互连与 OSI 七层参考模型	29
3.3 ARQ 协议及算法	32
3.4 滑动窗口流控制技术	33
3.5 面向字符的数据链路层通信协议	34
3.5.1 概述	34
3.5.2 字符格式及传输控制字符	35
3.5.3 报文分类和报文格式	36
3.5.4 控制数据链路的工作过程	37
3.6 面向比特的数据链路层通信协议	39
3.6.1 HDLC 协议的几个基本概念	39
3.6.2 HDLC 协议的帧格式	40
3.6.3 HDLC 协议控制段(C)的分析和说明	41
3.7 局域网	43
3.7.1 局域网特点	43
3.7.2 局域网参考模型	44
3.7.3 局域网的存取控制方法	44
3.8 IEEE 802 标准	48
3.8.1 IEEE 802 标准的几点说明	48
3.8.2 逻辑链路控制协议	51
3.9 MAP 及相关协议	54
3.9.1 MAP 的基本内容	55
3.9.2 MAP 的基本单元及组成	57
3.9.3 TOP 协议	57
3.10 TCP/IP 协议	59
3.10.1 TCP/IP 结构模型	59

3.10.2 网际协议	60
3.10.3 传输控制协议	63
3.10.4 用户数据报协议	65
3.11 客户机/服务器模型及例程	66
3.11.1 客户机/服务器模式	66
3.11.2 WinSock 套接字	67
3.11.3 阻塞与非阻塞	67
3.11.4 基本套接字的系统调用	68
3.11.5 异步选择机制	70
3.11.6 WinSock 的启动和终止	71
3.11.7 WinSock 的错误处理	72
3.11.8 基于 WinSock 的点-点通信程序设计	73
第4章 简单接口通信技术	78
4.1 I/O 信道的两种基本形式	78
4.2 简单接口通信基本原理	78
4.3 简单接口通信的连接方式	79
4.3.1 主从式结构	79
4.3.2 星形结构	81
4.3.3 菊花链结构与环形结构	82
4.3.4 总线型结构	86
第5章 共享存储区通信技术	95
5.1 共享存储区的物理结构	95
5.1.1 公用总线方式	95
5.1.2 矩阵开关方式	96
5.1.3 多端口方式	96
5.1.4 总线窗口方式	97
5.2 共享存储区的逻辑结构	97
5.2.1 虚拟结构	98
5.2.2 信箱结构	98
5.2.3 通信池结构	99
5.3 共享存储区的分配与管理	99
5.3.1 判决器法	99
5.3.2 端口控制器法	100
5.3.3 本质型多端口存储器的裁决逻辑	101
5.3.4 总线窗口法	101
5.4 双端口存储器及其应用	101
5.4.1 双向传输的双端口存储器	101
5.4.2 单向传输的双端口存储器	103

5.5 交叉内存双通信池及其应用	105
5.5.1 双通信池的结构框图	105
5.5.2 双通信池的工作原理	105
5.5.3 数据桥及数据桥控制电路	106
5.5.4 地址桥及辅助电路	108
5.5.5 交叉内存双通信池应用举例	109
5.6 简易总线窗口	109
5.6.1 带简易总线窗口的双微机系统结构	110
5.6.2 总线开关	110
5.6.3 总线开关的控制逻辑	111
第6章 标准总线通信	114
6.1 总线、总线标准及标准总线	114
6.2 开放型系统	115
6.2.1 总线母板与总线插座	115
6.2.2 总线标准	115
6.2.3 总线仲裁	116
6.3 Multibus 总线	118
6.3.1 Multibus 总线的信号及定义	118
6.3.2 数据传送过程	120
6.3.3 禁止操作过程	121
6.3.4 中断操作过程	122
6.3.5 总线仲裁操作	122
6.4 STD 总线	124
6.4.1 概述	124
6.4.2 STD 总线的信号及其定义	125
6.4.3 STD 总线标准的时序特性	127
6.4.4 中断优先权判别	128
6.4.5 总线优先级的仲裁	130
6.5 STD 多微处理机系统	132
6.5.1 STD 总线开放型系统的组织	132
6.5.2 STD 多微处理机系统的通信机制	133
6.5.3 STD 总线多微处理机控制系统应用举例	135
第7章 现场总线	139
7.1 概述	139
7.2 现场总线类型	139
7.3 CAN 总线	141
7.3.1 概述	141
7.3.2 CAN 总线基本特点	141

7.3.3 CAN 的分层及帧格式	141
7.3.4 CAN 总线通信介质访问控制方式	143
7.4 LON 总线	144
7.4.1 概述	144
7.4.2 神经元芯片	145
7.4.3 LonWorks 通信协议——LonTalk	148
7.4.4 LonWorks 应用举例	153
第 8 章 仪器专用总线	155
8.1 引言	155
8.2 VXI 总线	155
8.2.1 VXI 系统的组成结构	155
8.2.2 VXI 系统的总线结构	157
8.2.3 VXI 总线器件及其通信协议	160
8.2.4 VXI 总线仪器协议	163
8.3 PCI 总线	165
8.3.1 PCI 总线概述	165
8.3.2 PCI 总线特点	166
8.3.3 PCI 总线信号	167
8.3.4 PCI 插槽和 PCI 扩展卡	170
8.3.5 PCI 总线命令	170
8.3.6 PCI 总线协议	171
8.3.7 PCI 总线数据传输过程	175
8.3.8 PCI 总线仲裁	178
8.3.9 PCI 总线配置	179
8.3.10 PCI 总线应用实例	185
8.4 PXI 总线	189
8.4.1 PXI 标准的组成	189
8.4.2 机械结构标准	189
8.4.3 电气技术标准	190
8.4.4 软件结构标准	190
8.4.5 一种基于 PXI 总线的通用测试分析系统	190
第 9 章 通用串行总线	194
9.1 USB 体系结构	194
9.1.1 USB 系统的描述	194
9.1.2 USB 总线协议	196
9.1.3 错误检测与处理	196
9.1.4 USB 设备的安装与卸载	196
9.2 USB 通信协议	197

9.2.1	数据流种类	197
9.2.2	USB 数据包格式	199
9.2.3	分组格式	202
9.2.4	事务	205
9.3	USB 总线通信硬件设计	205
9.3.1	USB 控制器固件程序设计	206
9.3.2	USB 设备驱动程序设计	212
9.4	应用程序设计	222
9.4.1	USB 动态链接库	222
9.4.2	功能函数	222
第 10 章	航空航天测控总线	227
10.1	引言	227
10.2	SpaceWire 总线	227
10.2.1	SpaceWire 总线特点	227
10.2.2	SpaceWire 总线协议标准	228
10.2.3	SpaceWire 节点接口设计	238
10.3	1553B 总线	244
10.3.1	1553B 总线概述	245
10.3.2	1553B 总线接口功能	250
10.3.3	1553B 总线接口整体设计	252
10.3.4	总线控制器(BC)的设计	253
10.3.5	远程终端(RT)的设计	264
10.3.6	总线监控器(MT)的设计	267
10.3.7	BC/RT/MT 通用终端设计	269
第 11 章	无线通信技术及网络	270
11.1	概述	270
11.1.1	无线通信系统分类	270
11.1.2	无线通信的发展前景	271
11.2	无线通信的基本原理	272
11.2.1	无线电波的传播特性	272
11.2.2	调制解调技术	273
11.2.3	无线介质接入方案	274
11.3	射频系统及应用	277
11.3.1	无线通信射频系统概述	277
11.3.2	接收机	278
11.3.3	发射机	280
11.3.4	射频芯片 nRF905 及在无线影音监控系统中的应用	282
11.4	无线通信网络	284

11.4.1 无线广域网	284
11.4.2 无线城域网	285
11.4.3 无线局域网	285
11.4.4 无线个域网	287
11.4.5 Ad Hoc 网络技术	288
11.5 蓝牙技术	291
11.5.1 蓝牙技术的概念	291
11.5.2 蓝牙网络拓扑	292
11.5.3 蓝牙协议栈	292
11.5.4 蓝牙系统结构	293
11.6 无线传感器网络	294
11.6.1 基本概念	294
11.6.2 无线传感器网络特点	295
11.6.3 无线传感器网络的体系结构	295
11.6.4 无线传感器网络的协议栈	296
11.6.5 无线传感器网络的应用前景	297
参考文献	299
附录 基于 WinSock 的客户/服务器通信编程源程序	301

第1章 概 论

自从进入现代工业社会以来,人们更迫切地需要了解客观对象的变化情况,并根据得到的信息采取措施,以使得各种自然和人工系统的变化尽可能在人们的掌控之中。这个活动有两个基本过程:一个是对系统状态的了解,即检测过程;一个是对系统状态的改造,即控制过程。用于检测过程的人工系统称为检测系统,用于控制过程的人工系统则称为控制系统。检测的目的是为更好地控制,控制的结果需要检测来检验,这是一个反馈过程。这两类系统统称为测控系统。

仪器是人们对物质实体及其属性进行观察、监视、测定、验证、记录、传输、变换、显示、分析处理与控制的各种设备与系统的总称,主要是利用物理、化学和生物的方法,获取被检测对象的运动和变化信息,通过信息转换和处理,使其成为人们易于理解和表达的量化形式。仪器是信息的源头,是人类感知器官如听、视、触、嗅等功能的延伸和扩展。仪器按应用性质可分为计量仪器、分析仪器、生物医疗仪器、地球探测仪器、天文仪器、航空航天航海仪器、控制仪器与工业仪表等^[1]。

通信是指信息的传递过程。正因为有了通信,人与人以及人与自然界之间的交流就不再受地域的限制,各种测控系统和仪器也就不再仅仅局限于单一观测量,它面对的将是一个观测对象(含多个观测量)或一个观测区域(含多个观测对象)。通信是现代测控技术和仪器技术的基础。

本教材所提到的测控系统与仪器主要是指用于工业、国防、环境、医学等领域的各种过程控制系统、仪器仪表、自动监测系统等。

1.1 过程控制系统

测控系统的发展经历了从无工具到有工具,从人工监测与控制、自动监测与控制到复杂智能监测与控制的演变。过程控制系统主要用于武器的导航与制导、生产过程控制等,强调监测的目的是自动控制。下面以生产过程控制系统的演变为例介绍过程控制系统的发展历史。

1.1.1 生产过程控制系统的演变

随着工业生产规模的扩大,相应的设备越来越多,结构也越来越复杂,这给生产的运行与管理带来了困难。为此,生产设备状态的监测与控制显得越来越重要,它是生产过程实现自动化,以提高生产效率、降低劳动强度的前提与保证。设备运行状态的监测与控制方式在不断地改进,尤其是信息技术的广泛应用,测控系统从结构到性能都发生了根本性变化。到目前为止,生产过程控制系统的发展经历了三个阶段。

第一阶段:20世纪30~40年代。生产过程控制系统主要采用大尺寸的基地式仪表,实现单体设备就地分散的局部自动化。各单体设备之间无联系或联系很少。

第二阶段:20世纪40~50年代。生产过程控制系统主要采用单元组合仪表和巡回检测装置,实现集中监视、操作和控制,以适应生产向大型化和自动化方向发展的需要。

第三阶段:20世纪60年代至今。生产过程控制系统从车间集中控制向全厂综合自动化方向发展。尤其是计算机的出现和应用,使得工业自动化发展到一个崭新的阶段,形成以计算机技术为主,集市场调节、资源管理、生产规划、过程控制于一体的新一代计算机测控系统。

随着微处理器和嵌入式技术的发展和运用,测控系统正向微型化、智能化、系统化、网络化方向发展。从应用的方式来看,系统可分为开环监视、闭环控制、监督控制和集散控制等。

在生产过程控制系统中,计算机系统用于测控系统的过程经历了以下三个阶段。

(1) 1965年以前的试验阶段。计算机系统主要完成生产过程中的数据处理、安全监视和监督控制。1958年9月,美国 Louisina 公司的 Sterling 电厂安装了第一台计算机安全监视系统。1959年3月,美国 Texaco 公司的 Port Arthur 炼油厂实现了第一套计算机闭环控制系统。1960年1月,美国 Monsanto 公司的氨厂实现了第一个计算机监督控制系统。1962年3月,美国 Monsanto 公司的乙烯厂实现了第一个直接数字控制系统。

(2) 1965年到1969年的实用阶段。随着高性能价格比的小型计算机的出现,计算机在过程控制领域中的应用得到了更大的发展。系统主要采用集中型监控方式,一台计算机可以控制上百乃至几百个回路。但集中型监控方式也导致系统的风险集中,系统的安全性将因此受到影响。一旦计算机发生故障,将影响整个系统的工作,而且这种影响是致命的。国际上,工业控制系统的连续运转率指标是99.5%。单靠一台计算机难以达到这样高的可靠性要求。实际生产中,通常采用一台计算机工作、另一台计算机备用的双工系统模式,或计算机和模拟仪表共存的混合系统模式,以分散系统的风险,提高安全性。

(3) 1970年以后的成熟阶段。该阶段的典型系统是20世纪70年代中期出现的集散型控制系统和分散型综合控制系统(Total Distributed Control Systems, TDCS)。它是“4C”技术(即计算机——Computer、控制器——Controller、通信——Communication 和 CRT)相结合的产物。TDCS以通信系统为核心,把微型计算机、显示操作装置、过程通道、模拟仪表等有机地结合起来,采用单元组合组装方式(积木方式),为综合自动化创造了有利的条件。其特点是分散控制、集中操作、分级管理、分布自治、综合协调等。

1.1.2 我国生产过程控制系统的发展概况

我国工业生产过程的计算机自动化进程是从20世纪60年代开始的。以电力系统为例,电力系统热工过程计算机监测控制的建设始于1964年,至今已有50多年的历史,大体上可分为4个阶段。

第一阶段为1964年到1973年,在上海南市电厂和北京高井电厂试点。计算机系统的主要作用是实现开环监视。

第二阶段为1974年到1983年,进一步在望亭电厂、清河电厂、秦岭电厂进行试点。计算机系统的功能仍然是实现开环监视。

第三阶段为1984年到1994年,在全国范围进行推广。此时,大批小型计算机和微型计算机用于数据采集和处理,各种先进的通信与网络技术被用于系统的数据传输,计算机测控系统的应用走上了稳定发展的轨道。此阶段主要以国外进口成套系统为主。

第四阶段为1995年至今,国产集散控制系统趋于成熟。上海新华控制工程有限公司研制的XDPS-400投放国内外市场,在发电、化工、石油、纺织、造纸等诸多领域得到了广泛应用。

1.1.3 计算机过程控制系统的基本组成

计算机过程控制系统主要由5部分组成,如图1-1所示。

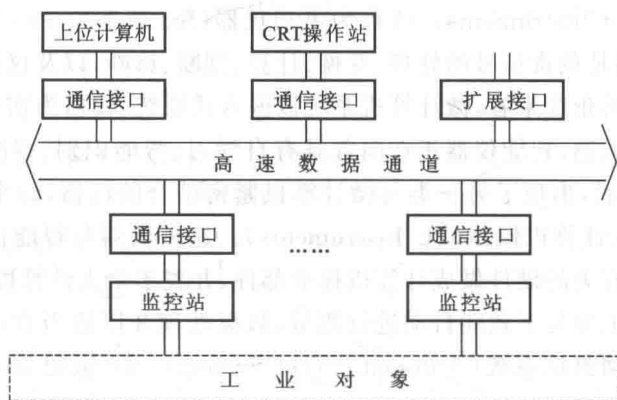


图 1-1 计算机过程控制系统的基本构成

CRT操作站和上位计算机主要完成测控系统的管理、调度和静态优化处理任务,并协调指挥各监控站的工作,即完成“集中操作、综合协调”的功能;同时也完成“分级管理”的功能。CRT操作站有系统组态工作台、运行操作工作台、CRT显示器、打印机和软硬盘通信接口等。上位计算机一般是小型计算机、超小型计算机或高性能微型计算机。

高速数据通道实际上是一种具有高速通信能力的总线,负责各监控站之间以及各监控站与上位计算机、外部系统之间的数据传输,是现代计算机测控系统的支柱。该总线一般采用局域网络,使用通用或专用通信协议。

通信接口是配合高速数据通道完成各监控站之间通信的基本部件。它的结构和监控站的功能有关,主要包括移位寄存器、地址译码寄存器、驱动器和收发电路等。依通信规则,有的计算机测控系统设有通信指挥器或通信控制站。

除上位计算机外,其他通过通信接口挂接在高速数据通道上的装置都称为监控站。站的功能不同,具体构成也不同,并赋予不同的名称。每个站都以微处理器为核心,是一个高度依赖计算机技术的智能装置。

除上面的硬件系统外,计算机过程控制系统还需要配备非常丰富的软件系统,包括操作系统、网络通信系统、组态软件、数据采集软件、控制算法软件、诊断软件、报警程序等。

1.2 智能仪器与自动测试系统

1.2.1 概述

测量是为确定被测对象的量值而进行的处理过程,是揭示客观世界规律,用数字语言描述周围世界、进而改造世界的重要手段。凡是利用电子技术进行的测量可统称为电子测量,由此形成的仪器称为电子测量仪器,此外还有光学测量仪器、分析量测仪器等。测量仪器与微型计算机的结合,形成了微计算机化仪器(Microcomputer-Based Instruments)。

习惯上,把内部装有微计算机的仪器,或者把内部装有微计算机并可程控的仪器叫做智能仪器(Intelligent Instruments),或称为灵巧仪器(Smart Instruments)。在智能仪器中,微计算机的作用是负责信号的处理、变换、计算、判断、诊断,以及仪器测量过程的协调等。从嵌入式技术的角度来看,微计算机系统以嵌入式系统、仪器为宿主系统。随着人工智能理论与技术的成熟,智能仪器正在向着具有自学习、智能识别、智能判断的高级智能仪器发展。1982年后,出现了另一类与微计算机紧密结合的仪器,即个人仪器(Personal Instruments)或个人计算机仪器(PC Instruments)。这种仪器与智能仪器的不同之处在于它将与信号检测有关的硬件做成计算机标准部件,并置于个人计算机系统内。

通常把较少人工参与下就能自动进行测量、数据处理并以适当方式显示或输出测试结果的系统称为自动测试系统(Automatic Test System)。20世纪50年代以来,自动测试系统经历了三代演变。

第一代是指自动数据采集系统、自动分析系统等。主要是将一些仪器仪表通过改造互连起来,并与计算机相连接。仪器与仪器之间、仪器与计算机之间的接口问题是当时研究的主要问题。

第二代是指采用标准化的接口母线,把测试系统中有关设备按积木的形式连接起来的系统,这些设备包括计算机、程控仪器、可控开关等。各设备均配备标准化的接口功能电路,用统一的无源母线电缆连接。计算机系统的主要作用是担任系统的控制并完成一些数据的计算和处理。

第三代是指将计算机系统和测量系统或设备更紧密地结合起来的系统。特点是用计算机软件代替传统仪器的某些硬件功能,特别是直接用计算机产生激励信号并完成测试功能。典型的应用有微型自动测试系统(Mini ATS)和虚拟仪器(Virtual Instruments)。

1.2.2 自动测试系统的组成

图1-2为一个测试放大器幅频特性的自动测试系统组成原理框图。图中调节电压源给放大器建立直流工作状态。在每个测试点调整信号源产生一定频率和电平的正弦信号做激励,从电压表读取输出电压数据,最后记录并绘图。这些测试过程都由计算机通过总线指挥,并由计算机通过总线发布命令来完成放大器幅频特性的自动测量。

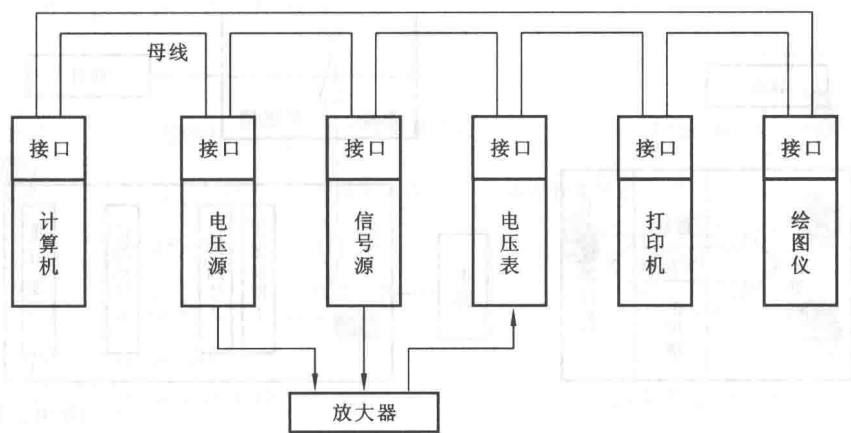


图 1-2 测试放大器幅频特性的自动测试系统的组成原理框图

1.2.3 智能仪器与个人仪器

智能仪器主要包括微型计算机系统、测试功能或信号发生器、通用仪器接口总线 (GPIB) 三个部分,如图 1-3 所示。仪器中的键盘控制、输出显示是微型计算机系统的组成部分。微处理器是整个智能仪器的核心,各种信号的传递通过总线进行。键盘和显示部分的原理与微型计算机系统的接口类似。

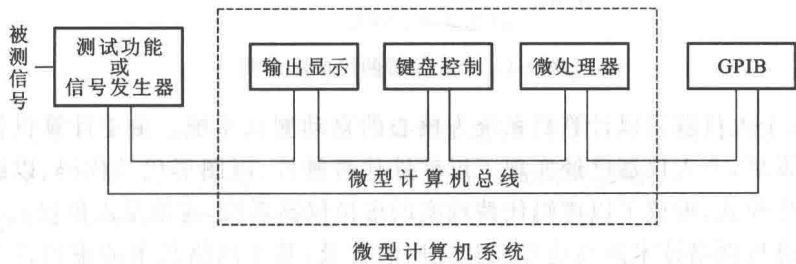


图 1-3 智能仪器的组成示意图

图 1-4 为个人仪器的组成示意图。个人仪器共有三种结构,其中:

图 1-4(a)结构是把个人仪器插件(或称仪器卡、插入式组件)直接插在个人计算机的总线扩展槽。个人仪器发展初期都是这种结构,但该结构难以满足重载仪器对散热和电源的要求,因此测试功能受到限制。

图 1-4(b)结构为 1984 年出现的多功能个人仪器系统。该系统在 PC 总线扩展出来的扩展底板或外部插件箱上插上若干仪器卡,并配上可编程通用仪器接口总线和其他仪器连接,形成一个以 PC 扩展总线为核心的多功能仪器系统。由于采用单独的电源,该系统不仅满足了图 1-4(a)结构个人仪器不能满足的电源要求,而且信号采集电路部分还避开了个人计算机的噪声干扰。

图 1-4(c)结构是 1986 年出现的新一代个人仪器系统。主要特点是采用用于个人计算机和个人仪器连接的专用接口总线,如 VXI、CAMAC、PXI 总线等。