

**ELECTRONIC
ENGINEER**

XIDIAN UNIVERSITY PRESS

**Technology and Application
of PC Measurement & Control**

PC 计算机测控技术 及应用

李世平 韦增亮 戴凡 编著

*Technology and Application
of PC Measurement & Control*



西安电子科技大学出版社

<http://www.xduph.com>

TP273
253

PC 计算机测控技术及应用

李世平 韦增亮 戴 凡 编著

西安电子科技大学出版社

2003

内 容 简 介

本书全面介绍了 PC 计算机测控系统的工作原理、组建及设计方法和应用。全书共分七章,内容包括:计算机测控系统导论、计算机总线接口技术、模拟量输入通道、开关量输入/输出及模拟量输出通道、自动校准和抗干扰技术、计算机虚拟仪器系统和计算机测控系统的基本特性与设计。

本书内容丰富、新颖,论述深入浅出,突出理论性和实用性,可作为高等院校测试与控制工程、自动控制、仪器仪表自动化等专业本科生的教材和教学参考用书,也可供工程技术人员、科研人员和大专院校师生进行相关专业工作时学习和参考。

图书在版编目(CIP)数据

PC 计算机测控技术及应用/李世平等编著.

—西安:西安电子科技大学出版社,2003.1

ISBN 7 - 5606 - 1189 - 3

I. P… II. 李… III. 个人计算机-计算机控制 IV. TP273

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2002)第 091644 号

责任编辑 杨宗周

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)8227828

邮 编 710071

<http://www.xduph.com>

E-mail: xdupfxb@pub.xaonline.com

经 销 新华书店

印 刷 陕西画报社印刷厂

版 次 2003 年 1 月第 1 版 2003 年 1 月第 1 次印刷

开 本 787 毫米×1092 毫米 1/16 印张 16

字 数 377 千字

印 数 1~4 000 册

定 价 21.00 元

ISBN 7 - 5606 - 1189 - 3/TP · 0618

XDUP 1460001 - 1

* * * 如有印装问题可调换 * * *

前 言

计算机科学技术的进步使其日益深入到研究和应用工程的各个领域,尤其是在测试和控制方面,计算机正发挥着越来越重要的作用。常规的测试仪器仪表和控制装置被计算机所取代,使得传统的电子测量仪器在原理、功能、精度及自动化水平等方面发生了巨大变化,于是出现了各种各样的计算机自动控制和测试系统。借助于这些系统,实现了各种前所未有的功能,使科学实验和应用工程的自动化程度得以显著提高。计算机自动测试和控制系统已被广泛地应用于航空、航天、导弹武器、核科学研究以及工业生产的各个部门,并越来越受到各行各业的重视。

本书是为已经初步掌握了微型计算机原理和电子测量原理知识,想要和正在从事计算机测控系统和智能仪器开发及研究的工程技术人员、高等院校有关专业的师生编写的。本书的目的是系统介绍 PC 计算机自动测试和控制系统的原理、构成、组建方法和系统的应用技术,并介绍有关这方面的发展情况和最新的研究成果。主要阐述如何利用微型计算机组建测控系统,包括有关原理及具体硬件的设计方法。全书共分七章。第一章全面地介绍了 PC 计算机测控系统的基本组成、特点、应用领域和发展状况。第二、三、四、五章详细地论述了计算机测控系统的各部分原理及实现技术中带有共性的部分,其内容包括计算机测控系统的总线技术、模拟输入输出通道、数字输入输出通道和自动校准及抗干扰技术。为使读者对计算机测控系统有整体的概念,第六章专门介绍了计算机虚拟仪器系统,从原理上讨论了用计算机测控系统实现各种不同功能测量的知识。第七章介绍了计算机测控系统的设计和典型系统的实际应用,使读者从总体的角度对计算机测控系统有一个比较全面深刻的认识。

在本书的编写过程中,编者综合了近年来计算机测控系统技术的发展成果,总结了多年来教学实践和开发、研制计算机测控系统中的体会,书中涉及的内容不仅顾及从事微型计算机测试与控制所需的基本理论和基础内容,而且尽量反映计算机测控领域内的最新科学技术和学术动态。本书的特点是在编排上避免重复一般微机原理及软件基础等课程已讲述的内容,集中讨论计算机测控系统的基本原理及实际的设计和应用技术。在内容上,其基础部分强调系统性和先进性,其系统设计部分注意反映有实用价值的核心技术和反映测控系统硬件最新发展的实际内容。同时还考虑到兼容性,使计算机测控系统的原理同样也可以适用于计算机智

能仪器的设计。

本书可用于高等院校测试与控制工程、自动控制、仪器仪表自动化等专业本科生的教材和教学参考书，也可供工程技术人员、科研人员和大专院校师生进行相关专业工作时学习和参考。

第二炮兵工程学院许化龙教授对本书的编写工作十分重视，给予了热情的指导和大力支持，并对全书内容作了认真审阅。测控教研室的其他同志对本书的编写提出了许多宝贵意见并给予了許多帮助，在此表示衷心的感谢。

本书在编写过程中，引用了书中参考文献的部分内容，在此，向这些作者表示感谢。

由于作者水平有限，加之时间仓促，书中难免存在错误与不妥之处，恳请读者批评指正。

编著者

2002年10月

于第二炮兵工程学院

目 录

第一章 计算机测控系统导论

1.1 引言	1
1.2 计算机测控系统的任务	1
1.3 计算机测控系统的基本结构与类型	3
1.4 计算机测控系统的组成	6
1.4.1 硬件部分	6
1.4.2 软件部分	9
1.5 现代电测技术的发展趋势	9
1.5.1 集成仪器概念	9
1.5.2 测试软件	10

第二章 计算机总线接口技术

2.1 总线及其标准	11
2.1.1 总线标准	11
2.1.2 总线的基本操作	13
2.1.3 采用总线的优点	16
2.2 接口及其技术	17
2.2.1 接口的概念	17
2.2.2 接口的分类	17
2.2.3 接口电路的基本结构	19
2.2.4 接口的功能和作用	20
2.2.5 接口的控制方式	21
2.3 ISA 总线接口标准	21
2.3.1 ISA 总线的主要特点	21
2.3.2 ISA 总线信号	22
2.3.3 ISA 总线的电源规格和机械尺寸	25
2.4 PCI 总线技术	26
2.4.1 PCI 总线的特点	26
2.4.2 PCI 总线信号线定义	28
2.4.3 PCI 总线的电气规范	33

2.4.4 PCI 总线连接器	35
2.4.5 PCI 总线接口	36

第三章 模拟量输入通道

3.1 模拟多路转换器	40
3.1.1 模拟多路开关的种类	41
3.1.2 多路开关的工作原理	42
3.1.3 多路开关的主要技术指标	44
3.1.4 多路开关的选用	44
3.2 程控放大器	44
3.2.1 程控同相放大器	45
3.2.2 程控反相放大器	48
3.2.3 仪用放大器	50
3.3 量程自动转换技术	53
3.3.1 一般要求	53
3.3.2 转换电路及接口	54
3.3.3 量程自动转换电路的控制	54
3.3.4 量程自动转换电路的保护	55
3.4 采样保持电路	56
3.4.1 采样/保持器的基本原理	57
3.4.2 采样/保持器的基本结构	57
3.4.3 采样/保持器的主要性能参数	59
3.5 A/D 转换器	60
3.5.1 A/D 转换器的主要性能指标	60
3.5.2 A/D 转换器的分类	61
3.5.3 高速 A/D 转换器	63
3.5.4 高精度 A/D 转换器—— $\Sigma-\Delta$ 型 ADC	68
3.5.5 A/D 转换器与计算机的接口技术	76
3.5.6 查询方式的 A/D 转换器接口电路设计	78
3.5.7 PC 机系统的中断方式系统设计	81
3.5.8 DMA 方式的 A/D 转换器接口电路设计	84
3.5.9 举例	85

第四章 开关量输入/输出及模拟量输出通道

4.1 开关量输入	89
4.1.1 开关量输入通道	89
4.1.2 查询式控制输入	90
4.1.3 中断驱动式控制输入	92

4.1.4 开关量输入信号的调理	93
4.2 输出通道的信号种类	95
4.2.1 模拟量输出信号	95
4.2.2 开关量输出信号	95
4.2.3 数字量输出信号	96
4.3 DAC 工作原理及主要技术指标	96
4.3.1 DAC 工作原理	97
4.3.2 D/A 转换器的主要技术指标	97
4.3.3 D/A 转换器模拟输出电压的极性	98
4.4 DAC 接口技术	99
4.4.1 电流输出型 DAC 连接成电压输出电路	99
4.4.2 D/A 转换器与微处理器的接口方法	100
4.4.3 U/I 转换电路	105
4.4.4 输出保持器	106
4.5 模拟量输出通道的结构形式	108
4.6 开关量输出	109
4.6.1 开关量输出隔离	110
4.6.2 开关量输出驱动	111
4.6.3 固态继电器(SSR)	113
4.7 执行机构及驱动举例	115

第五章 自动校准和抗干扰技术

5.1 误差校准和自检	124
5.1.1 测控系统的系统误差及其校准	124
5.1.2 系统故障的检测和诊断	125
5.1.3 测控系统故障的自检	126
5.2 测控系统的内部自动校准	127
5.2.1 模拟量测量通道的零点漂移和倍率变化	127
5.2.2 零点漂移的内部自动校准	130
5.2.3 倍率偏移的内部自动校准	131
5.3 测控系统的抗干扰技术	132
5.3.1 测控系统中常见的干扰	133
5.3.2 模拟信号输入通道的抗干扰	136
5.3.3 接地问题	156
5.3.4 微机总线的抗干扰措施	159

第六章 计算机虚拟仪器系统

6.1 计算机仪器基础	161
-------------------	-----

6.1.1 计算机器系统的组成	161
6.1.2 PC 仪器的硬件电路简介	162
6.2 PC 虚拟仪器	166
6.2.1 基本概念	166
6.2.2 虚拟仪器的组成	168
6.2.3 仪器驱动器基本概念	169
6.3 虚拟仪器测量功能的设计基础	171
6.3.1 交流电气量的测量与虚拟多用表原理	172
6.3.2 频率测量与虚拟频率计	175
6.3.3 相位差测量与虚拟相位计	178
6.3.4 电参量 R 、 L 、 C 的测量与虚拟 R 、 L 、 C 测量仪	184
6.3.5 失真度测量与虚拟失真度测量仪	190
6.3.6 传递函数的测量与虚拟传递函数测试仪、频谱分析仪	192
6.3.7 虚拟数字滤波器	194

第七章 计算机测控系统的基本特性与设计

7.1 测控系统的基本特性	201
7.1.1 概述	201
7.1.2 测控系统的静态特性	202
7.1.3 测控系统的动态特性	207
7.2 计算机测控系统的设计	208
7.2.1 系统设计的基本要求	208
7.2.2 系统设计的一般步骤	208
7.2.3 测控系统的功能规范	210
7.3 数据采集系统设计	213
7.3.1 系统设计考虑的因素	213
7.3.2 系统设计的基本原则	214
7.3.3 数据采集系统基本结构的确定	215
7.3.4 系统设计的一般步骤	218
7.3.5 系统 A/D 通道的确定	221
7.3.6 微型计算机配置方案的选择	223
7.3.7 数据采集系统的误差分析	225
7.3.8 系统的误差分配及速度估计	228
7.3.9 数据采集系统设计实例	233
7.4 实际测控系统举例	237
7.4.1 例 1	237
7.4.2 例 2	244
参考文献	248

第一章 计算机测控系统导论

1.1 引言

计算机自动测量和控制(Computer Automated Measurement And Control)系统(简称测控系统)是一门新兴的技术。它是自动控制技术、计算机科学、微电子学和通信技术有机结合、综合发展的产物。测控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、导弹与卫星的检测及发射控制系统等,广泛用于航空、航天、核科学研究、工厂自动化、实验室自动测量和控制,以及办公自动化、商业自动化、家庭自动化等人类活动的各个领域。

计算机测控系统诞生于 20 世纪 60 年代,它的出现使人类的工作和生活环境发生了深刻的变化。以工厂自动化为例,计算机在工业生产过程中的应用最先始于 20 世纪 60 年代初期,首先是用于化学工业生产过程的自动控制,但那时,只是用计算机实现了简单的程序控制。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,操作人员可以通过显示终端对生产过程进行监督和操纵,键盘和显示屏幕代替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纵的任务。计算机可以实现复杂的数学分析计算,以便对生产过程实行更有效的控制。管理人员和工程师可以通过计算机测控系统获取大量的有关生产装置工作状态的信息和分析计算的结果,以便及时做出正确的决策,使生产装置更有效的发挥效能。又如,在航空和航天领域中,计算机测控系统已经代替了大量的测试仪器,担负着实验室、导弹总装厂和发射场的各种测试及发射控制任务,使得测试和发射准备时间大大缩短,操作人员和特种车辆大量减少。发射场的指挥员在控制室或指挥车里就可观察到导弹或卫星各系统的工作情况和各种参数,以便做出正确的判断,对发射过程进行有效的控制。

1.2 计算机测控系统的任务

下面以生产过程控制系统为例来说明计算机测控系统的任务,因为它比较集中地体现了计算机测控系统的各种功能。

图 1-1 是一般生产过程控制系统的示意图。计算机测控系统借助传感器从生产过程中收集信息,对生产过程进行监视并提供控制信号。被收集的信息在不同层次上进行分析计算,得出对生产装置提供的调节量,完成自动控制,或者为生产管理人员、工程师和操作人员提供所需要的信息。

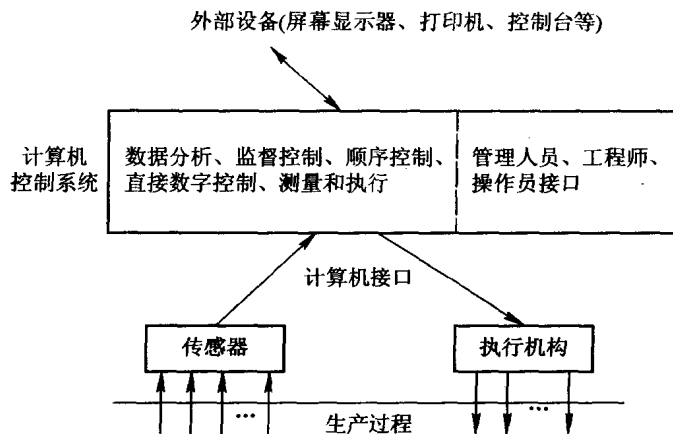


图 1-1 一般生产过程控制系统示意图

由此可以看出，计算机测控系统应当完成下列任务：

1. 测量

生产装置的工作情况是由传感器进行监视的，传感器产生与被测物理量(如温度、压力、流量、液位等)成正比的电信号。传感器信号被接收到计算机系统的接口之后，首先要转换成一种标准形式，通常是把传感器的 0~100% 量程转换成 4~20 mA 电流或 1~5 V 电压。有时对热电偶或热电阻的温度测量值也采用其它标准形式。

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

计算机也可通过串行或并行通信口直接接收数字量信息。目前，很多传感器都带有微处理器(例如某些分析仪表)，可以直接给出数字量信息。

在工作过程中，计算机周期地对被测信号进行扫描，把电信号通过模—数转换成等效的数字量。有时，对输入信号还必须进行线性化处理，对某些流量传感器的测量值要进行平方根处理，对热电偶产生的电压值要进行多项式处理。

如果在测量信号上叠加有噪声，则应当通过数字滤波进行平滑处理，以保证信号的正确性。

为了检查生产装置是否处于安全工作状态，对大多数测量值还必须检查是否超过上、下限，如果超过，则应发出越限报警信号。越限报警是过程控制计算机的一项重要任务。

2. 执行机构的驱动

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，对泵和马达进行控制来达到的。计算机可以产生一串脉冲去驱动执行机构达到所需要的位置，可以通过继电器接点闭合或产生某个电平的跳变去启动或停止某个马达，也可通过数—模转换(DAC)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执行。

3. 控制

利用计算机测控系统可以方便地实现各种控制方案。在工业过程控制系统中常用的控制方案有三种类型：直接数字控制(DDC)、顺序控制和监督控制(SPC)。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。

4. 人一机交互

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，例如改变设定值，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，它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，例如，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态和做出改进生产状态的各种决策。

5. 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，共同完成上述的各种任务。因此，各级计算机之间必须能按时地交换信息。此外，有时生产过程控制系统还需要与其它计算机系统(例如，全厂的综合信息管理系统)进行数据通信。

在一个典型的广泛用于现代化工业生产中的分级分散式计算机控制系统中，第1级完成全部的现场测量和对执行器的驱动任务；第2级完成DDC计算；第3级完成顺序控制计算任务；第4级作为人一机界面，完成与操作员之间的通信，第5级完成监督控制计算任务；第6级实现与其它计算机系统的通信。当然，各级之间的界限并不需要严格划分，例如，DDC级也可实现某些顺序控制任务，或直接与现场的生产装置连接。每个处理单元都包含1台微机，各个微机通过串行通信链路连接起来形成一个分级分散式结构，可覆盖很宽的范围，一般距离可达数公里。

1.3 计算机测控系统的基本结构与类型

以计算机为中心的测控系统，采用数据采集与传感器相结合的方式，能最大限度地完成测试工作的全过程。它既能实现对信号的检测，又能对所获信号进行分析处理求得有用信息。传统的测试则是由传感器或某些仪表获得信号，再由专门的测试仪器对信号进行分析处理而获得有限的信息。

计算机测控系统的结构大致可分为三类：基本型、标准通用接口型与闭环控制型。

1. 基本型

图1-2所示为计算机测控系统的基本形式。它能完成对多点、多种随时间变化参量的快速、实时测量，并能排除噪声干扰，进行数据处理、信号分析，由测得的信号求出与研究对象有关信息的量值或给出其状态的判别。以下分别介绍图1-2所示系统各组成部分的功能。

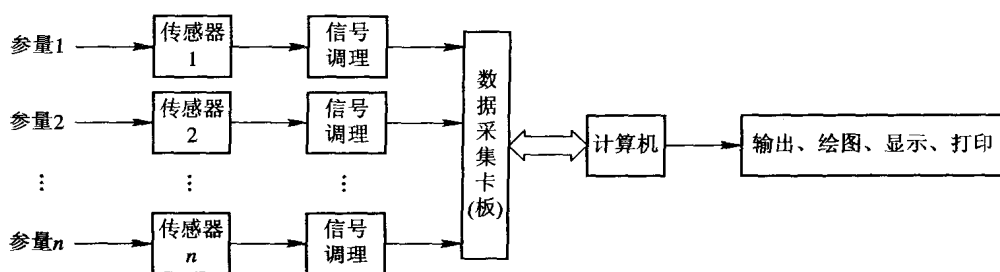


图 1-2 计算机测控系统基本形式

1) 传感器

传感器完成信号的获得，它将被测参量转换成相应的可用信号。被测参量可以是各种非电气参量，也可以是电气参量。如电力输电线路高电压电网，可通过电压互感器将电网高电压变为 100 V 电压，通过电流互感器将电网大电流变为 5 A 电流，之后仍需采用电压、电流传感器或变送器再将 100 V 电压及 5 A 电流分别转换成 5 V 低电压、小电流送入数据采集卡(板)中的 A/D 转换器。

2) 信号调理

来自传感器的输出信号通常是含有干扰噪声的微弱信号。因此，传感器后面配接的信号调理电路的基本作用有两个：其一是放大，将信号放大到与数据采集卡(板)中的 A/D 转换器相适配；其二是预滤波，抑制干扰噪声信号的高频分量，将频带压缩以降低采样频率，避免产生混淆。如果信号调理电路输出的是规范化的标准信号，即 4~20 mA 电流信号，则称这种信号调理电路为变送器。此外，根据需要还可进行信号隔离与变换等。

3) 数据采集卡(板)

数据采集卡(板)主要功能有三个：其一是由衰减器和增益可控放大器进行量程自动变换；其二是由多路切换开关完成对多点多通道信号的分时采样，时间连续信号 $x(t)$ 经过采样后变为离散时间序列 $x(n)$ ($n=0, 1, 2, \dots$)；其三是将信号的采样值由 A/D 转换器转换为幅值离散化的数字量，或由 V/F 转换器转换为脉冲频率以适应计算机工作。

4) 计算机

计算机是系统的神经中枢，它使整个测量系统成为一个智能化的有机整体，在软件引导下按预定的程序自动进行信号采集与存储，自动进行数据的运算分析与处理，以适当形式输出、显示或记录测量结果。

图 1-2 所示的基本形式测控系统是目前以计算机为中心的测量与控制系统的主要形式。还需特别指出的是，随着微电子技术的发展，将传感器与信号调理电路集成为一体化的芯片已经实现，甚至将传感器、信号调理电路、数据采集以及微计算机或微处理器全部系统集成在一块芯片的产品也已面世，因此，传感器与仪器的界线正在消失。

2. 标准通用接口型

系统的结构形式可分为专门接口型和标准通用接口型。专门接口型是将一些具有一定功能的模块相互连接而成。由于各模块千差万别，组成系统时相互间接口十分麻烦，而且模块是系统不可分割的一部分，不能单独使用，缺乏灵活性。标准通用接口型也是由模块(如台式仪器或插件板)组合而成，所有模块的对外接口都按规定标准设计。组成系统时，

若模块是台式仪器，用标准的无源电缆将各模块接插连接起来就构成系统。若模块为插件板，只要将各插件板插入标准机箱即可。组建这类系统非常方便，例如 GPIB 测试系统、VXI 总线系统就属这类系统，虽然首次投资大，但有利于组建大、中型测控系统。

1) GPIB(General Purpose Interface Bus)测试系统

GPIB 测试系统是一种通用接口测试系统，其结构形式如图 1-3 所示。它是由一台 PC 机、一块 GPIB 接口卡和若干台 GPIB 仪器子系统构成。其中每个仪器子系统是一台带 GPIB 接口的单台仪器。该接口在功能、电气上和机械接插上都按国际标准设计，内含 16 条信号线，每条线都有特定的意义。即使不同厂家的产品也可相互兼容并具有互换性，组建系统时非常方便，拆散后各仪器子系统又可作单台仪表独立使用。一块 GPIB 接口卡可带多达 14 台仪器。

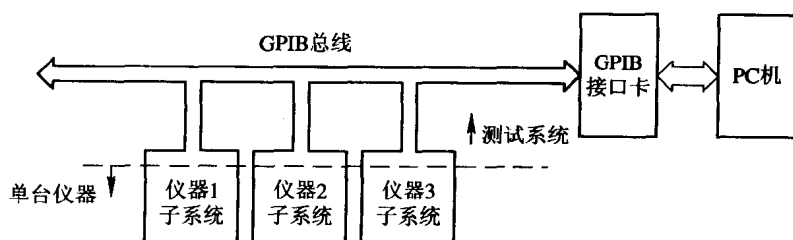


图 1-3 GPIB 通用接口测试系统

2) VXI 总线系统

VXI 是结合 GPIB 仪器和数据采集板 (DAQ) 的最先进技术而发展起来的高速、多厂商、开放式工业标准。VXI 总线是一种高速计算机总线——VME 总线在仪器领域的扩展，它是 VME (Bus Extension for Instrumentation) 的缩写。VME 总线标准自 1981 年确立以来，在国际上得到了广泛应用。但是，基于仪器的 VME 总线存在着一个最大的问题是缺乏配套标准。1987 年 7 月，美国五家大仪器公司主动联合起来，在 VME 总线标准的基础上制定了开放系统结构仪器所必需的附加标准，命名为 VXI 总线。

VXI 总线系统是机箱式结构，如图 1-4 所示。一个接插模件就相当于一台仪器或特定功能的器件，多个模件共存于一个机箱组成一个测试系统。随着 VXI 总线规范的不完善和发展以及 VXI 即插即用系统联盟的不懈努力，VXI 系统的组建和使用越来越方便，它的高速率传输、模块式结构不仅使得仪器结构紧凑，小巧轻便，更使得集多种功能于一体的现代集成式虚拟仪器变成现实。

3. 闭环控制型

闭环控制型是指应用于闭环控制系统中的测试系统 (如图 1-5 所示)。生产工艺过程的自动控制是人们长期探索的生产方式，但是，只有在计算机技术及现代测试技术突飞猛进的今天，才能达到高度的控制水平。通过对关键参数实时在线检测并控制这些参数按预定的规律变化，来达到维持生产的正常进行和达到高产优质的目的。过程的自动控制大体上可归纳为三个环节：

实时数据采集——对过程中的有关物理量的瞬时值进行采集。

实时判断决策——对采集的表征过程状态的物理量进行运算分析、判断决策，并按已

定的原则或算法决定下一步过程控制的措施。

实时控制——根据决策，按照自动控制理论实时地对各个执行机构发出控制信号。

很显然，计算机控制的测试系统基本型就是闭环控制系统的前两个环节，这是以计算机为中心的测试系统应用于大规模、现代化生产中的主要形式，是正在发展的现场总线(Fieldbus, CAN Bus)中的智能仪表、设备。

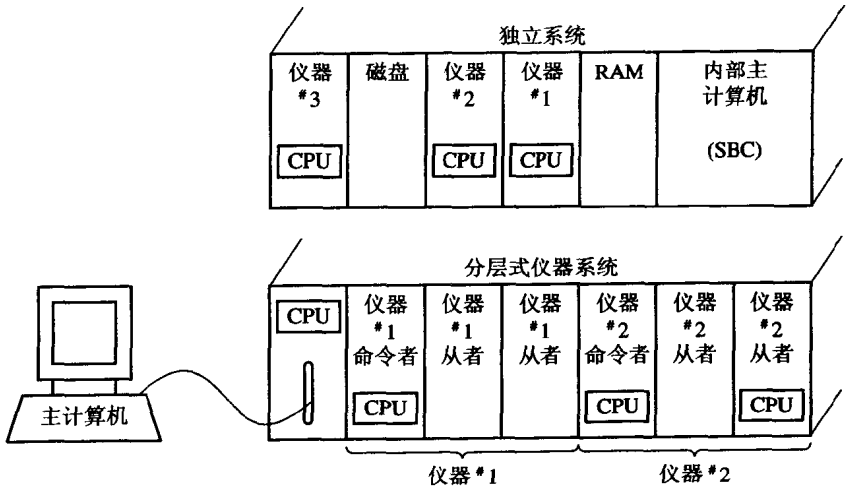


图 1.4 典型的 VXI 总线系统配置

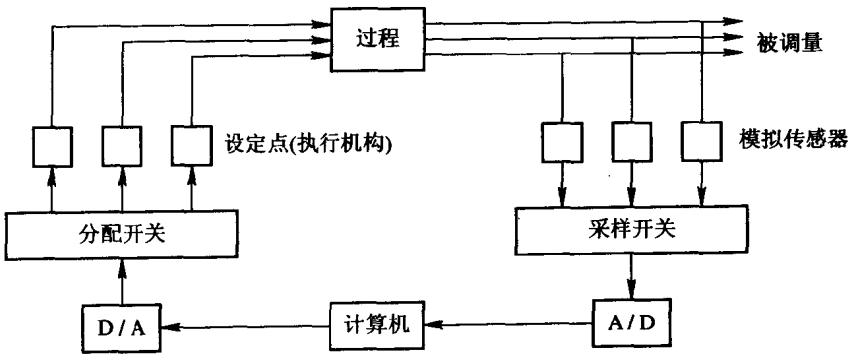


图 1-5 生产工艺过程闭环控制系统中的测试系统

1.4 计算机测控系统的组成

1.4.1 硬件部分

硬件部分一般由被控对象(生产机械或生产过程)、过程通道、微型计算机主机及人机联系设备等部分组成，如图 1-6 所示。

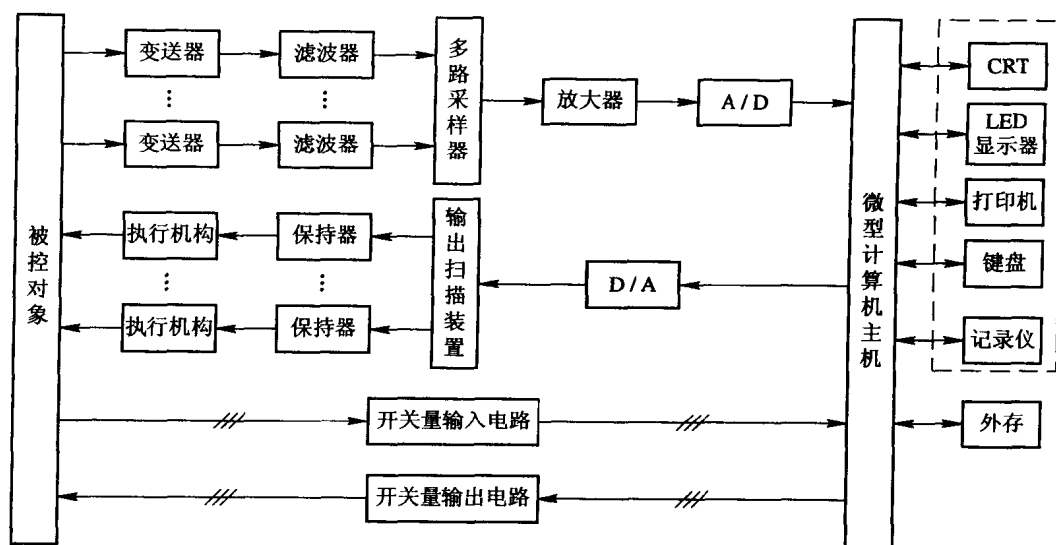


图 1-6 计算机测控系统的硬件组成

1. 微型计算机主机

由微处理器、内存储器及时钟电路组成的微型计算机主机是控制系统的核心。主机的任务主要是进行数据采集、数据处理、逻辑判断、控制量计算、越限报警等。同时主机还通过接口电路向系统的各个部分发出各种控制命令，指挥整个计算机控制系统有条不紊地协调工作。

考虑到实时控制的特点，选择主机时应注意其数据存取速度及运算速度，应满足在一个采样周期内能完成单路或多路数据采集、处理、运算及将输出量输出到执行机构等所需的时间。其信息处理能力要与控制系统的动态性能要求相适应。

目前，计算机控制系统中常用的微处理器有以下几种：

- (1) 8 位微处理器。典型产品有 MCS-51 系列单片机、Intel8085、M6800、Z80 等。
- (2) 16 位微处理器。典型产品有 MCS-96 系列单片机、8086、80186、80286、68000、Z8000 等。
- (3) 32 位微处理器。典型产品有 80386、80486 等。
- (4) 64 位微处理器。典型产品有 Pentium I、Pentium II、Pentium III 等。

工业控制用计算机的内存储器主要包括 ROM、EPROM、EEPROM 及激光盘 CDROM（用来存放固化的系统软件、应用软件及常用的表格数据）及 RAM（用来存放操作数、运算参数及运算结果等）。为使控制用参数数据不致因掉电而丢失，通常 RAM 应加掉电保护装置。

2. 过程通道

过程通道是计算机和被控对象之间交换信息的桥梁，通常由以下几部分组成。

- (1) 模拟量输入通道。用来将被控对象的模拟量被控（或被测）参数转变为数字信号并送计算机处理，它由以下几部分组成。

传感器(检测元件)用来对被控参数瞬时值进行检测,将其变为电信号。

变送器用来将传感器得到的电信号转变为统一的直流电流($0\sim 10\text{ mA}$ 或 $4\sim 20\text{ mA}$)或直流电压($0\sim 5\text{ V}$ 或 $1\sim 5\text{ V}$)信号。

多路采样器亦称多路模拟开路或多路转换器,它用于对多路模拟量信号进行分时切换,即将时间上连续的模拟量信号转换为时间上离散的模拟量信号。

A/D 转换器用于将时间上离散的模拟量信号转换成时间上离散的数字信号,并送入计算机中处理。为减小被控参数值随时间变化对 A/D 转换器精度的影响,可在多路采样器之后加接采样保持器和信号放大器。其中放大器的作用是把输入的微弱信号(当没有变送器时)放大到 A/D 转换器所要求的输入电平,并在模拟量输入信号 A/D 转换器间进行阻抗匹配和隔离。

(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 转换器变为模拟量后,方能去控制执行机构。对于气动或液动的执行机构,尚需经过电—气或电—液转换装置。当控制多个回路时,还需要使用多路输出装置进行切换。考虑到每个回路的输出信号在时间上是离散的,而执行机构要求的是连续的模拟量信号,所以多路输出的信号都应采用输出保持器加以保持后再去控制执行机构。

(3) 开关量输入通道。用于将生产现场的各种继电器、限位开关等的状态(通或断)输入计算机。

(4) 开关量输出通道。控制系统中继电器、接触器的闭合或断开,电机的启动、停止,指示灯和报警信号的通断,都可以用输出“0”和“1”状态来控制。完成这些功能的部件就组成了开关量输出通道。

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. 人机联系设备

在计算机测控系统中,一般应有一个控制台(或操作面板),以便操作人员能和计算机系统“对话”,使操作人员及时了解生产、加工过程的状态,进行必要的人为干预,修改有关参数或紧急处理某些事件。为此,控制台应包括以下三部分。

(1) 作用开关。如电源、数据及地址的选择开关,自动—手动切换开关等。它们通过接口可与计算机相连,以完成对计算机的启动、暂停,对系统的启动、暂停,对参数或数据的修改,对工作方式、算法、控制方式进行选择等功能。

(2) 操作键盘(按键)。一般应包括数字键及功能键。数字键用来送入某些数据或参数。功能键能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、显示等功能服务程序。

(3) 显示屏(CRT)或数码显示器。简易的系统可采用 LED 显示器。较复杂的,功能要求齐全的则可采用 CRT,以显示操作人员所要了解的内容或监视系统的工作进程及画面显示等。

(4) 打印机及记录仪。用来打印和记录各种数据、参数及曲线。计算机测控系统的复杂程度及其硬件组成差别很大,可根据实际情况进行选择。目前,国内市场上具有各种通