



**Data Acquisition and
Analysis Technology**

数据采集与分析技术

·周林 殷侠 等编著



西安电子科技大学出版社

<http://www.xduph.com>

数据采集与分析技术

周林 殷侠 等编著

西安电子科技大学出版社

2005

内 容 简 介

本书共有 14 章, 主要包括计算机数据采集与分析技术概述、计算机基础、数据采集信号处理基础、输入/输出接口技术、数据采集系统常用电路、D/A 转换和 A/D 转换、传感器技术、数据采集系统抗干扰技术、总线接口技术、计算机数据采集系统设计和数据分析与处理等。计算机数据采集与分析系统的设计与开发可能是读者最为关心的问题, 因此, 在本书的最后分别介绍了使用 LabVIEW、CVI 和 MATLAB 三种常用的开发工具开发计算机数据采集与分析系统的方法和技巧, 并详细介绍了实例的开发过程。本书的例子均来源于工程实践, 例子简明实用, 对读者进行工程实践具有很大的帮助。

本书在内容安排上简明扼要、通俗易懂, 同时兼有一定的深度和广度。本书主要面向从事计算机数据采集与分析的工程人员和希望学习相关技术的大专院校学生。

图书在版编目(CIP)数据

数据采集与分析技术/周林等编著.

—西安: 西安电子科技大学出版社, 2005.7

ISBN 7-5606-1537-6

I. 数… II. 周… III. ① 数据采集 ② 数据—分析 IV. TP274

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2005)第 060057 号

策 划 毛红兵

责任编辑 王素娟 毛红兵

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: xdupfxb@pub.xaonline.com

经 销 新华书店

印刷单位 陕西画报社印刷厂

版 次 2005 年 7 月第 1 版 2005 年 7 月第 1 次印刷

开 本 787 毫米×1092 毫米 1/16 印张 20.5

字 数 482 千字

印 数 1~4 000 册

定 价 30.00 元

ISBN 7-5606-1537-6/TP·0824

XDUP-1828001-1

* * * 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

计算机数据采集与分析技术是信息获取的主要手段和方法。数据采集与分析技术在工程领域中的地位和作用不言而喻,比如对工程实践中经常遇到的诸如速度、电压、电流、电阻、温度、压力等物理量,经常要用到计算机对其进行测量、存储、处理和显示等。计算机数据采集与分析技术涉及的学科和技术较多,涉及的学科主要有仪器学科、信息学科和计算机学科,涉及的技术主要有传感器技术、测试技术、仪器技术、电子技术和计算机技术等。

计算机数据采集技术随着大规模集成芯片制造技术和计算机技术的飞速发展而日新月异,甚至出现了虚拟仪器技术。本书作者力求从系统设计的高度,对计算机数据采集技术所涉及的各个方面进行详细的介绍。

本书共有 14 章,主要包括计算机数据采集与分析技术概述、计算机基础、数据采集信号处理基础、输入/输出接口技术、数据采集系统常用电路、D/A 转换和 A/D 转换、传感器技术、数据采集系统抗干扰技术、总线接口技术、计算机数据采集系统设计和数据分析与处理等。计算机数据采集与分析系统的设计与开发可能是读者最为关心的问题,因此,在本书的最后分别介绍了使用 LabVIEW、CVI 和 MATLAB 三种测控工程中常用的开发工具开发计算机数据采集与分析系统的方法和技巧,并详细介绍了实例的开发过程。本书的例子均来源于工程实践,简明实用,对读者进行工程实践具有很大的帮助。

本书由周林主编,直接参与本书编写工作的还有:殷侠、吴冬良、章雨馨、宋立军、周松、李珩、宋文峰、邢克飞、韩超、王志勇、阮坚、王鹏、邓波、高宏伟、刘东、于占军、何鑫等。

由于笔者水平有限,书中定有不少缺点和错误,敬请读者批评指正。

作者

2005 年 4 月

目 录

第 1 章 计算机数据采集与分析技术概述	1
1.1 数据采集与分析的基本概念	1
1.1.1 信息和信号	1
1.1.2 数据采集	2
1.1.3 系统	2
1.2 计算机数据采集系统的组成	2
1.3 数据采集与分析系统的主要性能指标	4
第 2 章 计算机基础	6
2.1 计算机系统的基本组成	6
2.1.1 硬件系统	6
2.1.2 软件系统	9
2.2 计算机编码基础	9
2.2.1 进位制数及其相互转换	9
2.2.2 计算机中整数的表示	12
2.2.3 计算机中浮点数的表示	14
2.2.4 计算机中数据的编码	16
第 3 章 数据采集信号处理基础	21
3.1 信号的分类	21
3.1.1 确定性信号	21
3.1.2 随机信号	22
3.1.3 连续信号和离散信号	27
3.1.4 能量信号与功率信号	28
3.1.5 时域信号与频域信号	28
3.2 傅立叶变换	28
3.2.1 信号的傅立叶分解	28
3.2.2 傅立叶变换	30
3.3 采样定理	33
3.3.1 正弦信号的采样	33
3.3.2 采样定理	34
3.3.3 混频	37

第 4 章 输入/输出接口技术	38
4.1 概述	38
4.1.1 接口的结构和功能	38
4.1.2 端口的编址	39
4.1.3 数据传送方式	39
4.2 串行接口	42
4.2.1 串行传输概念	43
4.2.2 RS-232 接口	45
4.2.3 可编程串行接口芯片 8251A	47
4.2.4 计算机中的串行接口	49
4.3 并行接口	50
4.3.1 8255A 简介	50
4.3.2 8255A 的工作方式	52
4.3.3 8255A 的编程	55
4.3.4 8255A 应用举例	57
4.4 中断	58
4.4.1 基本概念	58
4.4.2 计算机中的中断系统	60
4.4.3 中断控制器 8259A	61
4.5 DMA	69
4.5.1 DMA 控制器 8237 简介	69
4.5.2 8237 的引脚定义	70
4.5.3 8237 的工作模式	72
4.5.4 8237 的编程	73
4.6 定时/计数	77
4.6.1 8253 的结构与功能	77
4.6.2 8253 的工作方式	79
4.6.3 8253 的编程	81
4.6.4 8253 应用举例	83
第 5 章 数据采集系统常用电路	85
5.1 多路模拟开关	85
5.1.1 AD7501	85
5.1.2 CD4051	87
5.2 采样/保持电路	88
5.2.1 概念介绍	88
5.2.2 AD585	90
5.2.3 LF398	91
5.3 信号调理电路	93
5.3.1 概述	93
5.3.2 可编程放大器	93
5.4 存储电路	95
5.4.1 存储器概述	95

5.4.2	半导体存储器	97
5.4.3	常用存储器	99
5.4.4	存储器与 CPU 的连接	103
5.5	显示电路	104
5.5.1	发光二极管	104
5.5.2	液晶显示器	106
5.6	键盘	108
5.6.1	电路原理	108
5.6.2	消抖动	109
第 6 章 D/A 转换和 A/D 转换		110
6.1	D/A 转换	110
6.1.1	D/A 转换的基本原理	110
6.1.2	D/A 转换器的性能指标	111
6.1.3	典型的 D/A 转换器 DAC0832	112
6.1.4	D/A 转换器应用实例	114
6.2	A/D 转换	115
6.2.1	A/D 转换原理	115
6.2.2	A/D 转换器的性能指标	116
6.2.3	典型的 A/D 转换器 ADC0809	117
6.2.4	ADC0809 的应用	119
第 7 章 传感器技术		123
7.1	概述	123
7.1.1	传感器的组成	123
7.1.2	传感器的分类	123
7.1.3	传感器的特征描述	124
7.2	位移传感器	127
7.2.1	电容式传感器	127
7.2.2	电感式传感器	130
7.2.3	光电式传感器	132
7.3	力传感器	136
7.3.1	电阻应变式传感器	136
7.3.2	压电式传感器	138
7.4	温度传感器	139
7.4.1	热敏电阻	139
7.4.2	热敏二极管	140
7.4.3	热电偶	140
第 8 章 数据采集系统抗干扰技术		142
8.1	干扰的形成与抗干扰设计	142
8.1.1	干扰的形成	142

8.1.2	抗干扰设计	144
8.2	硬件抗干扰技术	146
8.2.1	屏蔽	146
8.2.2	滤波	148
8.2.3	接地	152
8.2.4	电源抗干扰	154
8.3	软件抗干扰技术	155
第 9 章	总线接口技术	158
9.1	计算机总线简介	158
9.2	ISA 总线	162
9.2.1	PC/XT 总线	162
9.2.2	ISA 总线	165
9.3	PCI 总线	171
9.3.1	PCI 总线的主要性能	171
9.3.2	PCI 总线系统结构	172
9.3.3	PCI 总线信号定义	172
9.3.4	PCI 总线分析	176
9.3.5	PCI 总线开发	182
9.3.6	PCI 接口芯片 PCI9052	183
9.4	USB 总线	188
9.4.1	USB 总线	188
9.4.2	总线分析	189
9.4.3	USB 总线传输协议	192
9.4.4	USB 总线接口芯片及其应用	195
第 10 章	计算机数据采集系统设计	202
10.1	系统设计的基本原则	202
10.2	精度设计	203
10.2.1	误差的基本概念	203
10.2.2	误差分配	205
10.2.3	采样频率的选择	206
10.2.4	系统分辨率设计	207
10.3	硬件系统设计	208
10.4	软件系统设计	208
10.5	微小零件表面测量系统实例	212
10.5.1	系统设计	212
10.5.2	软件设计	214
10.5.3	验证	215
10.6	转台测控系统设计实例	215
10.6.1	硬件系统设计	215
10.6.2	软件系统设计	221
10.6.3	验证	230

第 11 章 数据分析与处理	232
11.1 卷积定理	232
11.2 离散傅立叶变换	234
11.3 其他变换	240
11.3.1 拉普拉斯变换	240
11.3.2 Z 变换	240
11.3.3 各种变换的关系	241
11.4 数字处理	242
11.5 数字滤波技术	245
11.6 现代数据分析与处理简介	248
11.6.1 短时傅立叶变换	248
11.6.2 小波变换	250
第 12 章 使用 LabVIEW 进行数据采集与分析	253
12.1 LabVIEW 简介	253
12.1.1 LabVIEW 的基本特点	253
12.1.2 LabVIEW 的具体功能	255
12.1.3 LabVIEW 在数据采集领域的应用	257
12.2 使用 LabVIEW 进行数据采集实例	258
12.2.1 实例一：数据显示	258
12.2.2 实例二：数据采集	261
第 13 章 使用 CVI 进行数据采集与分析	268
13.1 CVI 简介	268
13.2 声卡简介	269
13.2.1 声卡的特点	269
13.2.2 声卡编程	269
13.3 创建虚拟示波器	270
13.3.1 虚拟示波器	270
13.3.2 创建工程	271
13.3.3 代码编辑	278
13.3.4 程序测试	288
13.3.5 软件升级	291
第 14 章 使用 MATLAB 进行数据采集与分析	292
14.1 MATLAB 数据采集工具箱	292
14.1.1 数据采集工具箱简介	292
14.1.2 数据采集工具箱函数	296
14.1.3 数据采集输入设备对象属性	298
14.1.4 MATLAB 数据采集步骤	300
14.2 创建虚拟示波器	301

14.2.1	基于 MATLAB 的虚拟示波器	301
14.2.2	创建图形界面	301
14.2.3	代码分析	307
14.2.4	代码编辑	310
14.2.5	程序测试	315
参考文献		317

第 1 章 计算机数据采集与分析技术概述

1.1 数据采集与分析的基本概念

数据采集技术是信息技术的重要组成部分之一。信息技术主要包括信息获取、传输、处理、存储(记录)、显示和应用等。信息技术的三大支柱技术是信息获取技术、通信技术和计算机技术,常被称为 3C 技术(即 Collection、Communication 和 Computer)。其中,信息获取技术是信息技术的基础和前提,而数据采集技术是信息获取的主要手段和方法,它是以传感器技术、测试技术、电子技术和计算机技术等技术为基础的一门综合应用技术。

数据采集技术所涉及的学科和理论比较多。数据采集主要涉及的学科有测试与仪器科学、信息与通信科学和计算机科学。其中,测试与仪器科学侧重于信息的获取,信息与通信科学侧重于信息的传输,计算机科学侧重于信息的处理。

1.1.1 信息和信号

有关信息(Information)至今还没有一个统一的确切定义,不过信息的概念早被人们所理解和接受。早在 1948 年维纳(Wiener)在其著作《控制论——动物与机器中的通信与控制问题》中就指出:“信息既不是物质,也不是能量,信息就是信息”,即提出了“信息”是存在于客观世界的第三要素的著名论断。另一美国学者山农(Shannon)第一次系统地给出了信息的定量描述,成功地用数学公式把物质、能量和信息之间的相互作用和依存关系统一了起来。

信息被认为是客观物质世界的灵魂,因为信息反映了事物的运动状态和运动方式。这里所说的“事物”是广义的事物,既包括客观物质世界中的事物,也包括主观精神世界中的现象;“运动”泛指一切意义上的变化,包括物理的、化学的、生物的、思维的和社会的运动;“运动状态”是指事物的运动在空间上所表现的性状和态势;“运动方式”则是指事物的运动在时间上所表现的过程和规律。从这个广义的信息概念出发,引入不同的约束条件,就可以得到不同的具体的定义。例如,信息可以具体为消息、情报和知识等。

信息本身不是物质,不具有能量,而信号(Signal)是传输信息的载体,也就是说,信息寓于信号之中。信号是含有能量的物质,具有可观测性。在数据采集系统中,会把想要获取的信息转换为信号,因此直接采集处理的是信号,而不是信息。

信号与信息不能混为一谈。信号只是信息的某种形式。实际的信息中往往包含着多种信息成分,其中不关心的成分统称为噪声或冗余信息。在一个具体的数据采集系统里面,可能要付出较大代价来设法去除各种噪声,从而获得所要求的信息。

1.1.2 数据采集

数据采集(Data Acquisition)就是将获取的信息通过传感器转换为信号,并经过信号调理、采样、量化、编码和传输等步骤,最后送到计算机系统中进行处理、分析、存储和显示。

数据采集系统是计算机与外部世界之间联系的桥梁,是获取信息的重要途径。数据采集技术是信息科学的重要组成部分,已广泛应用于国民经济和国防建设的各个领域,并且随着科学技术的发展,尤其是计算机技术的发展与普及,数据采集技术将有广阔的发展前景。

数据采集系统追求的主要目标有两个:一是精度,二是速度。对任何量值的测试都要有一定的精确度要求,否则将失去采集的意义;提高数据采集的速度不仅仅可以提高工作效率,更主要的是可以扩大数据采集系统的适用范围,以便于实现动态测试。

现代数据采集系统具有以下几个特点:

- (1) 现代数据采集系统一般都内含计算机系统,这使得数据采集的质量和效率等大为提高,同时显著节省了硬件投资。
- (2) 软件在数据采集系统中的作用越来越大,增加了系统设计的灵活性。
- (3) 数据采集与数据处理相结合得日益紧密,形成了数据采集与处理相互融合的系统,可实现从数据采集、处理到控制的全部工作。
- (4) 速度快,数据采集过程一般都具有“实时”特性。对于通用数据采集系统一般希望有尽可能高的速度,以满足更多的应用环境。
- (5) 随着微电子技术的发展,电路集成度的提高,数据采集系统的体积越来越小,可靠性越来越高,甚至出现了单片数据采集系统。
- (6) 总线在数据采集系统中的应用越来越广泛,总线技术对数据采集系统结构的发展起着重要作用。

1.1.3 系统

系统(System)是指由若干相互作用和相互依赖的事物组合而成的具有特定功能的整体。一个系统,对于给定的输入(激励),将会有有一个既定的输出(响应)。系统是一个相对的概念,一个系统可以分为多个小系统,如何确定系统的边界,取决于系统的结构和研究的目的。例如,计算机数据采集系统又可细分为一些较小的子系统,当侧重于研究如何把现实世界的物理信号变为电信号时,应着重研究传感器系统,而当侧重于数字量的计算、处理、存储和显示时,则应着重于研究计算机系统。

1.2 计算机数据采集系统的组成

数据采集系统随着新型传感技术、微电子技术和计算机技术的发展而得到迅速发展。由于目前数据采集系统一般都使用计算机进行控制,因此数据采集系统又叫做计算机数据采集系统。

计算机数据采集系统包括硬件和软件两大部分,其中硬件部分又可分为模拟部分和数

字部分。计算机数据采集系统的硬件基本组成如图 1.1 所示。

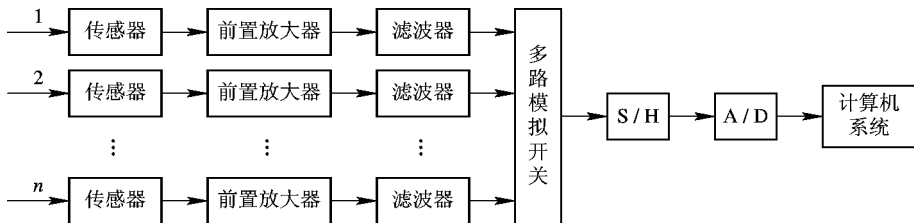


图 1.1 计算机数据采集系统的硬件基本组成

从图 1.1 可以看出，计算机数据采集系统一般由传感器、前置放大器、滤波器、多路模拟开关、采样/保持(S/H)器、模/数(A/D)转换器和计算机系统组成。

1. 传感器

传感器的作用是把非电的物理量(如速度、温度、压力等)转变成模拟电量(如电压、电流、电阻或频率)。例如，使用热电偶或热电阻可以获得随着温度变化而变化的电压，转速传感器可以把转速转换为电脉冲等。通常把传感器输出到 A/D 转换器输出的这一段信号通道称为模拟通道。

2. 前置放大器

前置放大器用来放大和缓冲输入信号。由于传感器输出的信号较小(如：常用热电偶的输出变化往往在几毫伏到几十毫伏之间，电阻应变片输出电压的变化只有几个毫伏，人体生物电信号仅是微伏量级)，因此需要加以放大以满足大多数 A/D 转换器的满量程输入 5~10 V 的要求。此外，某些传感器内阻比较大，输出功率较小，这样放大器还起到阻抗变换器的作用来缓冲输入信号。由于各类传感器输出信号的情况各不相同，因此放大器的种类也很多。例如，为了减少输入信号的共模分量，就产生了各种差分放大器、仪用放大器和隔离放大器；为了使不同数量级的输入电压都具有最佳变换，就产生了量程可以变换的程控放大器；为了减少放大器输出的漂移，就产生了斩波稳零和激光修正的精密放大器。

3. 滤波器

传感器以及后续处理电路中的器件常会产生噪声，人为的发射源也可以通过各种耦合渠道使信号通道感染上噪声，例如，工频信号可以成为一种人为的干扰源。为了提高模拟输入信号的信噪比，常常需要使用滤波器对噪声信号进行一定的衰减。

4. 多路模拟开关

在数据采集系统中，往往要对多个物理量进行采集，即所谓多路巡回检测，这可以通过多路模拟开关来实现，这样可以简化设计，降低成本。多路模拟开关可以分时选通来自多个输入通道中的某一路通道。因此，在多路模拟开关后的单元电路，如采样/保持电路、模/数转换电路以及处理器电路等，只需要一套即可，这样可以节省成本和体积，但这仅适用于物理量变化比较缓慢、变化周期在数十至数百毫秒之间的情况下。因为这时可以使用普通的微秒级 A/D 转换器从容地分时处理这些信号。但当分时通道较多时，必须注意泄漏及逻辑安排等问题，当信号频率较高时，使用多路分路开关后，对 A/D 的转换速率要求也

随之上升。在数据通过率超过 40~50 kHz 时,一般不宜使用分时的多路开关技术。模拟多路开关有时也可以安排在放大器之前,但当输入的信号电平较低时,需注意选择多路模拟开关的类型;若选用集成电路的模拟多路开关,由于它比干簧或继电器组成的多路模拟开关导通电阻大、泄漏电流大,因而有较大的误差产生。所以要根据具体情况来选择多路模拟开关。

5. 采样/保持器

多路模拟开关之后是模拟通道的转换部分,它包括采样/保持电路和 A/D 转换电路。采样/保持电路的作用是快速拾取多路模拟开关输出的子样脉冲,并保持幅值恒定,以提高 A/D 转换器的转换精度,如果把采样/保持电路放在模拟多路开关之前(每道一个),还可实现对瞬时信号同时进行采样。

6. 模/数转换器

采样/保持电路输出的信号送至 A/D 转换器,A/D 转换器是模拟输入通道的关键电路。由于输入信号变化的速度不同,系统对分辨率、精度、转换速率及成本的要求也不同,因此 A/D 转换器的种类也较多。早期的采样/保持电路和 A/D 转换电路需要数据采集系统设计人员自行设计,目前普遍采用单片集成电路,有的单片 A/D 转换器内部还包含有采样/保持电路、基准电源和接口电路,这为系统设计提供了较大方便。A/D 转换器的结果输出给计算机,有的采用并行码输出,有的则采用串行码输出。使用串行输出结果的方式对长距离传输和需要光电隔离的场合较为有利。

7. 计算机系统

计算机系统是整个计算机数据采集系统的核心。计算机控制整个计算机数据采集系统的正常工作,并且把 A/D 转换器输出的结果读入到内存,进行必要的数据分析和数据处理。计算机还需要把数据分析和处理之后的结果写入存储器以备将来分析和使用,通常还需要把结果显示出来。计算机系统包括计算机硬件和计算机软件,其中计算机硬件是计算机系统的基础,而计算机软件是计算机系统的灵魂。计算机软件技术在计算机数据采集系统中发挥着越来越重要的作用。

1.3 数据采集与分析系统的主要性能指标

数据采集系统的性能要求与具体应用目的和应用环境有着密切关系,对应不同的应用情况往往有不同的要求。下面是比较常用的几个指标及其含义。

1. 系统分辨率

系统分辨率是指数据采集系统可以分辨的输入信号的最小变化量。通常可以使用如下几种方法表示系统分辨率:

- 使用系统所采用的 A/D 转换器的位数表示系统分辨率;
- 使用最低有效位值(LSB)占系统满度值的百分比表示系统分辨率;
- 使用系统可分辨的实际电压数值表示系统分辨率;
- 使用满度值可以分的级数表示系统分辨率。

表 1.1 给出了满度值为 10 V 时数据采集系统的分辨率。

表 1.1 系统的分辨率

A/D 位数	级数	1 LSB(满度值的百分数/%)	1 LSB(满度值为 10 V 的电压)
8	256	0.391	39.1 mV
10	1024	0.0977	9.77 mV
12	4096	0.0244	2.44 mV
16	65 536	0.0015	0.15 mV
20	1 048 576	0.000 095 3	9.53 μ V

2. 系统精度

系统精度是指当系统工作在额定采集速率下，整个数据采集系统所能达到的转换精度。A/D 转换器的精度是系统精度的极限值。实际上，系统精度往往达不到 A/D 转换器的精度。因为系统精度取决于系统的各个环节(子系统)的精度，如前置放大器、滤波器、模拟多路开关等，只有当这些子系统的精度都明显优于 A/D 转换器精度时，系统精度才能达到 A/D 转换器的精度。这里还应注意系统精度与系统分辨率的区别。系统精度是系统的实际输出值与理论输出值之差，它是系统各种误差的总和，通常表示为满度值的百分数。

3. 采集速率

采集速率又称为系统通过速率或吞吐率，是指在满足系统精度指标的前提下，系统对输入的模拟信号在单位时间内所能完成的采集次数，或者说是系统每个通道、每秒钟可采集的有效数据的数量。这里所说的“采集”包括对被测物理量进行采样、量化、编码、传输和存储的全部过程。在时间域上与采集速率对应的指标是采样周期。采样周期是采集速率的倒数，它表征了系统每采集一个有效数据所需的时间。

4. 动态范围

动态范围是指某个确定的物理量的变化范围。信号的动态范围是指信号的最大幅值和最小幅值之比的分贝数。数据采集系统的动态范围通常定义为所允许输入的最大幅值与最小幅值之比的分贝数，即

$$I_i = 20 \lg \frac{U_{\max}}{U_{\min}} \quad (1.1)$$

式中，最大允许输入幅值 U_{\max} 是指使数据采集系统的放大器发生饱和或者使 A/D 转换器发生溢出的最小输入幅值。最小允许输入幅值 U_{\min} 一般用等效输入噪声电平来代替。

5. 非线性失真

非线性失真也称谐波失真。当给系统输入一个频率为 f 的正弦波时，其输出中出现很多频率为 kf (k 为正整数) 的新的频率分量，这种现象称为非线性失真。

第 2 章 计算机基础

2.1 计算机系统的基本组成

计算机系统由硬件(Hardware)系统和软件(Software)系统两部分组成。硬件系统是人们操作计算机系统的物理基础,软件系统是人们与计算机系统进行信息交换、通信以及对计算机系统进行控制和管理的工具。

2.1.1 硬件系统

计算机硬件系统是指构成计算机系统的全部物理装置。如图 2.1 所示,计算机硬件系统通常由中央处理器(CPU, Central Processing Unit)、存储器、输入/输出(I/O)子系统和系统总线组成。

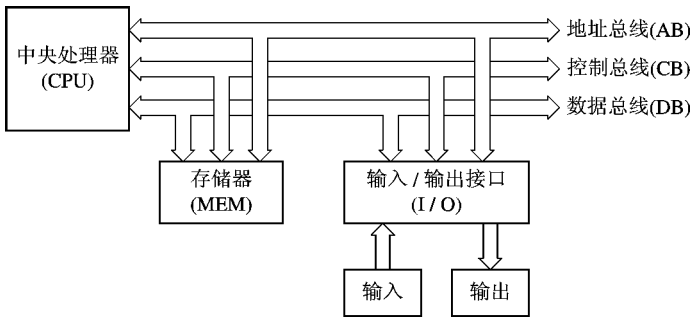


图 2.1 计算机硬件系统组成

1. 中央处理器

在微型计算机中, CPU 通常称为 MPU(MicroProcessor Unit), 是用来实现运算和控制功能的部件, 由运算器、寄存器和控制器三个部分组成。运算器用于完成数据的算术和逻辑运算, 寄存器用来暂时存放参加运算的操作数和运算结果, 控制器通常由指令寄存器、指令译码器和控制电路组成。指令是一组二进制编码信息, 主要包括两个内容: 一是指示计算机进行什么操作; 二是指出操作数或者操作数地址。控制电路根据指令的要求向系统各部件发出一系列相应的控制信号, 使它们协调有序地工作。CPU 通过数据总线、地址总线和控制总线与其他部件之间进行联系。

2. 存储器

存储器(Memory)既用于存储指令也用于存储数据。存储器常常分成多个模块,每个模块包含成千上万个存储单元,每个存储单元都用存储器地址(Memory Address)来标识。存储单元用于存储信息,以便用于处理或输出。

在微型计算机系统中,存储器可以分为内存和外存。内存通常是指 CPU 可以通过地址直接读/写的那些存储单元,一般存储量较小,用于暂时存放操作系统信息、当前要执行的程序和要处理的数据。内存可以进一步细分为程序存储器和数据存储器。程序存储器部分用于存储操作系统和应用程序的指令。数据存储器通常存放程序要处理的数据或程序执行的结果。当然,程序也可以存放在数据存储器中。早期的微型计算机大都采用所谓的冯·诺依曼(Von·Neumann)结构,即程序和数据共存于同一存储区中,取指令和取数据利用同一组数据总线,其优点是结构简单,但影响程序运行速度,因为取指令时就不能取数据。而现代计算机又主要采用哈佛(Harvard)结构或改进的哈佛结构。哈佛结构将程序和数据分成两个存储器空间,各自均有自己的总线来分别传送指令和数据,这样取指令和取数据可以在同一时钟周期内进行,从而大大提高了程序运行速度。所谓改进的哈佛结构,是将存储器分成三个存储空间,即程序存储器空间、数据存储器空间和程序与数据共用的存储器空间,这样灵活性更高。

典型的内存可以使用只读存储器(ROM, Read Only Memory)和随机存储器(RAM, Random Access Read/Write Memory)集成电路来实现。ROM 中的信息在电源关闭后不会丢失,这类存储器只能读不能写。相反,经常变化的信息或被处理的数据必须要存放在内存中,它们由微处理器读出,经过处理后再回写到存储器中去。因此,内存必须是 RAM 而不是 ROM。微型计算机的操作系统启动后必须从硬盘或软盘加载到 RAM。当电源关闭后, RAM 保存的信息将全部丢失。

3. 输入/输出子系统

输入/输出(I/O)子系统包括输入/输出设备及其接口电路,是微型计算机系统的重要组成部分。输入设备的作用是将程序和原始数据以及现场信息以计算机所能识别的信息送到计算机中,供计算机自动计算或处理。微型计算机常用的输入设备包括键盘、鼠标和扫描仪等。输出设备的作用是将计算机的处理结果以人们能识别的各种形式表示出来。微型计算机常用的输出设备有显示器、打印机、绘图仪等。软盘、硬盘及其驱动器和光盘驱动器称为微型计算机的外存储设备,对微型计算机来说,它们既是输入设备又是输出设备。

I/O 设备的种类很多,有电子式、电磁式和机械式等。它们的工作速度一般比 CPU 的工作速度低得多,而且处理的信息种类也与 CPU 不完全相同,因此, CPU 和外部设备不能直接相连,必须通过接口电路进行协调和转换。接口电路是 CPU 与 I/O 设备之间连接的必由之路,它的性能随 CPU 的性能和外部设备的种类不同而有很大的差异,其灵活性和应用范围是很大的。接口电路的主要任务是将 CPU 和 I/O 设备之间的信息统一并且联系起来。

I/O 接口电路的种类很多,最基本的接口电路有 8255 可编程并行接口电路、8253 可编程定时/计数器接口电路、8251 可编程串行接口电路、8237 直接存储器存取(DMA)电路、82380 多功能接口电路以及现代微型计算机系统系统中的系统控制逻辑芯片等。