

数据采集与处理技术

马明建 周长城 编著



西安交通大学出版社

数据采集与处理技术

马明建 周长城 编著

西安交通大学出版社

内容提要

本书全面、系统地讲述了数据采集与处理技术。全书共分13章,主要内容包括:数据采集系统的组成、数据处理的任务和任务;模拟信号的数字化处理;模拟多路开关、测量放大器、采样/保持器、模/数和数/模转换器等芯片的结构原理及应用;数据采集接口板卡;数字信号的采集;数据采集系统的抗干扰技术;采样数据的预处理;数据采集系统设计;数据采集程序设计等。

本书体系合理,概念清晰,文字流畅,图文并茂,通俗易懂,便于自学。书中附有大量的应用实例和程序,其中大部分系作者近年来科研工作的经验总结,具有内容新颖、实用和工程性较强的特色,其目的是希望帮助读者在实际应用中能正确、合理地设计数据采集系统。

本书既可作为高等院校机电一体化、智能化仪器仪表、计算机应用、自动控制、设备管理等专业的教材,也可作为从事相关专业的工程技术人员的参考书。

(陕)新登字 007 号

数据采集与处理技术

马明建 周长城 编著

组稿编辑 叶 涛

责任编辑 贺峰涛

责任校对 郭丽芳

*

西安交通大学出版社出版发行

(西安市咸宁西路28号 邮政编码:710049 电话:(029)2668316)

西安电子科技大学印刷厂印装

各地新华书店经销

*

开本:787 mm×1 092 mm 1/16 印张:19.5 字数:470千字

1998年9月第1版 1999年4月第2次印刷

印数:3 001~5 000

ISBN 7-5605-1031-0/TP·186 定价:20.00元

若发现本社图书有倒页、白页、少页及影响阅读的质量问题,请去当地销售部门调换或与我社发行科联系调换。发行科电话:(029)2668357,2667874

前 言

回顾本世纪科学技术的发展,对人类的经济建设和生活最具有影响力的莫过于计算机的发明。特别是自70年代初以来,微处理器的问世促使微型计算机技术迅速发展和应用,在世界范围内引起了一场新的技术革命,并推动人类社会进入到信息时代。作为微型计算机应用技术的一个重要分支——数据采集与处理技术,集传感器、信号采集与转换、计算机等技术于一体,是获取信息的重要工具和手段。随着微型计算机的应用与普及,这一技术在科学研究、生产过程等领域中发挥着越来越重要的作用。在科学研究中应用数据采集与处理技术,将提高人们对各种瞬态现象进行研究的能力;在生产过程中应用数据采集与处理技术,将能迅速地对各种工艺参数进行采集,为计算机控制提供必需的信息,从而实现生产过程的自动控制。因此,数据采集与处理技术是机电一体化、智能化仪器仪表、自动控制、计算机应用、设备管理等专业的学生和相关专业的工程技术人员必备的专业知识。

本书主要讲述数据采集与处理中的基本理论、基本概念;数据采集器件的工作原理、性能和使用;系统的误差分配及估算;数据采集系统硬件和软件的设计方法,目的是希望帮助读者在实际应用中能正确、合理地设计数据采集系统。

本书有三个主要特点:

1. **系统性**。本书对数据采集与处理系统从整体上进行论述,既讲述数据采集与处理技术中的基本理论、概念,又讲述其在工程上的应用;既涉及硬件设计的知识,又涉及软件设计的知识。

2. **实用性**。本书写作的指导思想是以实用为前提,将理论与应用紧密地结合起来;在语言描述上力求简明扼要、通俗易懂;在内容组织上注意知识的完整性、突出重点,并提供了大量的插图和图表,以使读者易于理解和掌握,便于自学。

另外,书中还附有大量的应用实例和程序,其中大部分系作者近年来科研工作的经验总结,并在实际工作中得到应用和验证,可供读者在开发数据采集系统时参考引用,对读者会有很大的帮助。

3. **要点清晰**。本书对数据采集与处理中的基本概念、原则和注意事项,均外加框线,其格式如下(以“量化”的概念为例):

量化就是把采样信号的幅值与某个最小数量单位的一系列整倍数比较,以最接近于采样信号幅值的最小数量单位倍数来代替该幅值。这一过程称为“量化过程”,简称“量化”。

以此来突出基本概念、原则,并提醒读者在应用中应该注意的事项。

本书强调基本理论、基本概念,突出软件与硬件结合,着重设计方法,加强实际应用。在写作过程中注意将国内外的最新理论、方法融合进本书。

本书共分13章,各章节内容简介如下:

第1章主要介绍数据采集的意义和任务、数据采集系统的基本功能、结构形式、数据采集软件的功能。另外,还介绍了数据处理的类型和任务。

第2章重点介绍模拟信号数字化处理中的基本理论、方法,包括采样过程、采样定理、量化与量化误差、编码,还讨论了几种采样技术的应用、频率混淆的原因及消除频率混淆的措施。

第3章介绍模拟多路开关的工作原理和主要技术指标、常用集成多路开关芯片、多路开关的电路特性和多路开关的使用。

第4章介绍测量放大器的电路原理、主要技术指标、集成芯片和测量放大器的使用。另外,还介绍了隔离放大器的结构和应用。

第5章介绍采样/保持器的工作原理、类型、主要性能参数和集成芯片。另外,还讨论了系统采集速率与采样/保持器的关系,以及采样/保持器使用中应注意的问题。

第6,7章介绍A/D和D/A转换器的分类、主要技术指标、工作原理。在详细介绍几种8位、12位A/D和D/A转换器的基础上,给出了与单片机、IBM-PC机的硬件接口电路及调试方法和步骤,并介绍了在实际工作中如何选用A/D转换器芯片的方法。

第8章介绍两种商品化的数据采集接口板卡的结构、主要技术参数、使用与程序编制方法。

第9章介绍与数字信号采集相关的8255A芯片及板卡,还介绍BCD码并行数字信号的采集、车速脉冲信号的采集计数。另外,鉴于数据采集系统向集散化方向发展,在介绍串行数字信号的基本概念和通信标准的基础上,着重讨论IBM-PC机与单片机的通信技术,给出了具体的设计实例,如通信接口电路、通信程序框图、通信程序等。

第10章介绍数据采集系统常见的干扰,并讨论了抑制干扰的措施,还讨论了在编程中容易忽视的软件干扰问题及软件抗干扰措施。

第11章介绍采样数据由无工程单位数字量变换为有工程单位数字量时的标度变换,还介绍采样数据的数字滤波、采样数据中奇异项的剔除及采样数据的平滑处理。

第12章介绍数据采集系统的设计原则、设计步骤、系统A/D通道的确定及微型计算机的选择,介绍系统误差的分配及估算。另外还介绍两个数据采集系统实例。

第13章主要讨论在IBM-PC机上开发数据采集软件时遇到的混合语言编程问题,以及西文状态下显示汉字的技巧,还介绍数据采集系统软件主控程序的界面设计方法,并给出相应的完整程序。最后结合应用实例,讨论数据采集软件的编程方法和技巧。

书中提供的所有程序均在Quick BASIC 4.5和MASM 5.0宏汇编下调试通过,可直接为读者所采用。

本书主要是根据作者近年来教学、科研工作经验的积累而写的,同时参考了有关文献,作者在此向收录于本书参考文献的国内外作者表示真诚的谢意。

由于作者学识水平有限,疏漏之处在所难免,敬请广大读者批评指正。

作者

1997年8月

目 录

第 1 章 绪论

1.1 数据采集的意义和任务	(1)
1.2 数据采集系统的基本功能	(1)
1.3 数据采集系统的结构形式	(2)
1.4 数据采集系统的软件	(6)
1.5 数据处理的任务和任务	(7)
习题与思考题	(8)

第 2 章 模拟信号的数字化处理

2.1 概述	(9)
2.2 采样过程	(10)
2.3 采样定理	(11)
2.4 频率混淆及其消除的措施	(13)
2.5 采样技术的讨论	(14)
2.6 模拟信号的采样控制方式	(18)
2.7 量化与量化误差	(21)
2.8 编码	(27)
习题与思考题	(31)

第 3 章 模拟多路开关

3.1 概述	(33)
3.2 多路开关的工作原理及主要技术指标	(34)
3.3 多路开关集成芯片	(36)
3.4 多路开关的电路特性	(39)
3.5 多路开关的配置	(43)
3.6 模拟多路开关的应用	(45)
习题与思考题	(47)

第 4 章 测量放大器

4.1 概述	(48)
4.2 测量放大器的电路原理	(48)
4.3 测量放大器的主要技术指标	(50)
4.4 测量放大器集成芯片	(50)
4.5 测量放大器的使用	(54)
4.6 隔离放大器	(54)
习题与思考题	(58)

第5章 采样/保持器

5.1 概述	(59)
5.2 采样/保持器的工作原理	(59)
5.3 采样/保持器的类型和主要性能参数	(60)
5.4 系统采集速率与采样/保持器的关系	(64)
5.5 采样/保持器集成芯片	(66)
5.6 采样/保持器使用中应注意的问题	(68)
习题与思考题	(70)

第6章 模/数转换器

6.1 A/D转换器的分类	(71)
6.2 A/D转换器的主要技术指标	(71)
6.3 逐次逼近式A/D转换器	(75)
6.4 双斜积分式A/D转换器	(77)
6.5 单片集成A/D转换器	(78)
6.6 面对设计如何选择和使用A/D转换器	(90)
6.7 A/D转换器与微机接口	(92)
习题与思考题	(103)

第7章 数/模转换器

7.1 D/A转换器的分类和组成	(104)
7.2 D/A转换器的主要技术指标	(106)
7.3 并行D/A转换器	(109)
7.4 单片集成D/A转换器	(114)
7.5 D/A转换器接口的隔离	(119)
7.6 D/A转换器与微机的接口	(120)
习题与思考题	(125)

第8章 数据采集接口板卡

8.1 概述	(126)
8.2 MS-1214A模入模出接口板	(126)
8.3 编程举例	(131)
8.4 PC-6319光电隔离模入接口卡	(33)
习题与思考题	(140)

第9章 数字信号的采集

9.1 8255A可编程外围接口芯片	(141)
9.2 PS-2304数字量I/O接口板简介	(144)

9.3	BCD 码并行数字信号的采集	(147)
9.4	车速脉冲信号的采集计数	(152)
9.5	数字信号的异步串行传送	(156)
	习题与思考题	(172)
第 10 章 数据采集系统的抗干扰技术		
10.1	数据采集系统中常见的干扰	(174)
10.2	供电系统的抗干扰	(177)
10.3	模拟信号输入通道的抗干扰	(179)
10.4	接地问题	(199)
10.5	微机总线的抗干扰措施	(202)
10.6	数据采集软件的抗干扰	(203)
	习题与思考题	(208)
第 11 章 采样数据的预处理		
11.1	采样数据的标度变换	(209)
11.2	采样数据的数字滤波	(215)
11.3	剔除采样数据中的奇异项	(219)
11.4	去除或提取采样数据的趋势项	(224)
11.5	采样数据的平滑处理	(227)
	习题与思考题	(232)
第 12 章 数据采集系统设计		
12.1	系统设计的基本原则	(234)
12.2	系统设计的一般步骤	(235)
12.3	系统 A/D 通道的确定	(238)
12.4	微型计算机配置方案的选择	(244)
12.5	系统的误差分配及速度估计	(246)
12.6	数据采集系统设计实例	(250)
	习题与思考题	(257)
第 13 章 数据采集系统的程序设计		
13.1	QuickBASIC 语言与汇编语言的混合编程	(258)
13.2	西文状态下的汉字显示	(269)
13.3	菜单的编程技术	(274)
13.4	建立数据文件	(286)
13.5	数据采集程序设计实例	(288)
13.6	结束语	(300)
	参考文献	(301)

第 1 章 绪 论

1.1 数据采集的意义和任务

“数据采集”是指将温度、压力、流量、位移等模拟量采集、转换成数字量后,再由计算机进行存储、处理、显示或打印的过程。相应的系统称为数据采集系统。

随着计算机技术的飞速发展和普及,数据采集系统也迅速地得到应用。在生产过程中,应用这一系统可对生产现场的工艺参数进行采集、监视和记录,为提高产品质量、降低成本提供信息和手段。在科学研究中,应用数据采集系统可获得大量的动态信息,是研究瞬间物理过程的有力工具,也是获取科学奥秘的重要手段之一。总之,不论在哪个应用领域中,数据采集与处理越及时,工作效率就越高,取得的经济效益就越大。

数据采集系统的任务,具体地说,就是采集传感器输出的模拟信号并转换成计算机能识别的数字信号,然后送入计算机,根据不同的需要由计算机进行相应的计算和处理,得出所需的数据。与此同时,将计算得到的数据进行显示或打印,以便实现对某些物理量的监视,其中一部分数据还将被生产过程中的计算机控制系统用来控制某些物理量。

数据采集系统性能的好坏,主要取决于它的精度和速度。在保证精度的条件下,应有可能高的采样速度,以满足实时采集、实时处理和实时控制对速度的要求。

1.2 数据采集系统的基本功能

由数据采集系统的任务可以知道,数据采集系统具有以下几方面的功能。

1. 数据采集

计算机按照预先选定的采样周期,对输入到系统的模拟信号进行采样,有时还要对数字信号、开关信号进行采样。数字信号和开关信号不受采样周期的限制,当这类信号到来时,由相应的程序负责处理。

2. 模拟信号处理

模拟信号是指随时间连续变化的信号,这些信号在规定的一段连续时间内,其幅值为连续值,即从一个量变到下一个量时中间没有间断。例如正弦信号 $x(t) = A\sin(\omega t + \varphi)$ 。

模拟信号有两种类型:一种是由各种传感器获得的低电平信号;另一种是由仪器、变送器输出的 $0\text{mA} \sim 10\text{mA}$ 或 $4\text{mA} \sim 20\text{mA}$ 的电流信号。这些模拟信号经过采样和 A/D(模/数)转换输入计算机后,常常要进行数据正确性判断、标度变换、线性化等处理。

模拟信号非常便于传送,但它对干扰信号很敏感,容易使传送中的信号的幅值或相位发生畸变。因此,有时还要对模拟信号做零漂修正、数字滤波等处理。

3. 数字信号处理

数字信号是指在有限的离散瞬时上取值间断的信号。在二进制系统中,数字信号是由有限字长的数字组成,其中每位数字不是 0 就是 1 这可由脉冲的有无来体现。数字信号的特点是,它只代表某个瞬时的量值,是不连续的信号。

数字信号是由某些类型的传感器或仪器输出,它在线路上的传送形式有两种:一种是并行方式传送;另一种是串行方式传送。数字信号对传送线路上的不完善性(畸变、噪声)不敏感,这是因为只需检测脉冲的有无来获取信息,至于信号的精确性(幅值、持续时间)是无关紧要的。

数字信号输入计算机后,常常需要进行码制转换的处理,如 BCD 码转换成 ASCII 码,以便显示数字信号。

4. 开关信号处理

开关信号主要来自各种开关器件,如按钮开关、行程开关和继电器触点等。开关信号的处理主要是监测开关器件的状态变化。

5. 二次数据计算

把直接由传感器采集到的数据称为一次数据,把通过对一次数据进行某种数学运算而获得的数据称为二次数据。二次数据计算主要有平均、累计、变化率、差值、最大值和最小值等。

6. 屏幕显示

CRT 显示装置可把各种数据以方便于操作者观察的方式显示出来,屏幕上显示的内容一般称为画面。常见的画面有相关画面、趋势图、模拟图、一览表等。

7. 数据存储

数据存储就是按照一定的时间间隔,定期将某些重要数据存储在外存储器上。

8. 打印输出

打印输出就是按照一定的时间间隔或人为控制,定期将各种数据以表格或图形的形式打印出来。

9. 人机联系

人机联系是指操作人员通过键盘或鼠标与数据采集系统对话,完成对系统的运行方式、采样周期等参数进行设置。此外,还可以通过它选择系统功能、选择输出需要的画面等。

1.3 数据采集系统的结构形式

数据采集系统主要由硬件和软件两部分组成。从硬件方面来看,目前数据采集系统的结构形式主要有两种:一种是微型计算机数据采集系统;另一种是集散型数据采集系统。下面分别介绍这两种系统的结构和特点。

1.3.1 微型计算机数据采集系统

微型计算机数据采集系统的结构如图 1.1 所示。由图可知,微型计算机数据采集系统是由传感器、模拟多路开关、程控放大器、采样/保持器、A/D 转换器、计算机及外设等部分组成。各部分的作用如下:

1. 传感器

各种待转换的物理量,如温度、压力、位移、流量等都是非电量。首先要把这些非电量转换

成电信号,然后才能做进一步的处理。把各种物理量转换成电信号的器件称为传感器。传感器的类型有很多,如测量温度的传感器有热电偶、热敏电阻等;测量机械力的有压(力)敏传感器、应变片等;测量机械位移的有电感位移传感器、光栅位移传感器等;测量气体的有气敏传感器等。由于传感器的知识在测试技术等书籍中有详细的论述,这里不再重复。

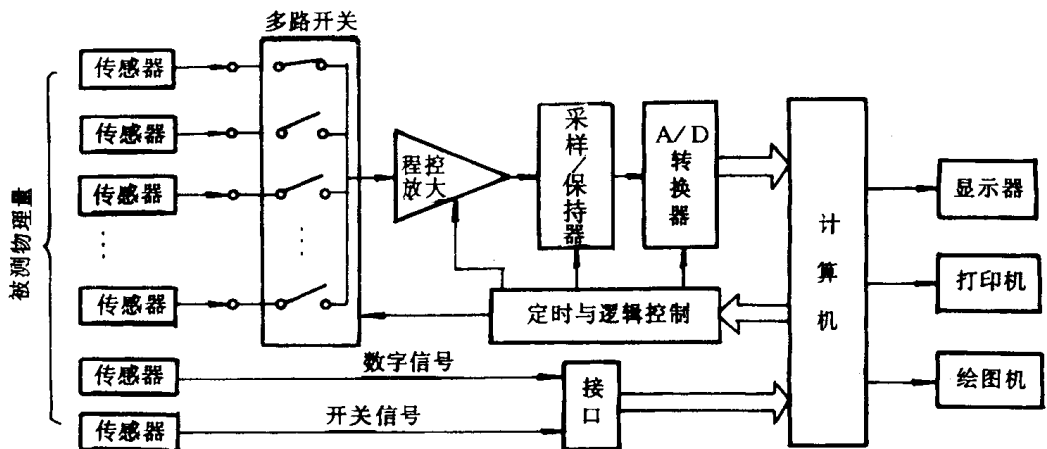


图 1.1 微型计算机数据采集系统框图

2. 模拟多路开关

数据采集系统往往要对多路模拟量进行采集。在不要求高速采样的场合,一般采用公共的 A/D 转换器,分时对各路模拟量进行模/数转换,目的是简化电路,降低成本。可以用模拟多路开关来轮流切换各路模拟量与 A/D 转换器间的通道,使得在一个特定的时间内,只允许一路模拟信号输入到 A/D 转换器,从而实现分时转换的目的。

一般模拟多路开关有 2^N 个模拟输入端, N 个通道选择端,由 N 个选通信号控制选择其中一个开关闭合,使对应的模拟输入端与多路开关的输出端接通,让该路模拟信号通过。有规律地周期性改变 N 个选通信号,可以按固定的序列周期性闭合各个开关,构成一个周期性分组的分时复用输出信号,由后面的 A/D 转换器分时复用对各通道模拟信号进行周期性转换。

3. 程控放大器

在数据采集时,来自传感器的模拟信号一般都是比较弱的低电平信号。程控放大器的作用是将微弱的输入信号进行放大,以便充分利用 A/D 转换器的满量程分辨率。例如,传感器的输出信号一般是毫伏数量级,而 A/D 转换器的满量程输入电压多数是 2.5V, 5V 或 10V,且 A/D 转换器的分辨率是以满量程电压为依据确定的。为了能充分利用 A/D 转换器的分辨率,即转换器输出的数字位数,就要把模拟输入信号放大到与 A/D 转换器满量程电压相应的电平值。

一般通用数据采集系统均支持多路模拟通道,而各通道的模拟信号电压可能有较大差异,因此最好是对各通道采用不同的放大倍数进行放大,即放大器的放大倍数可以实时控制改变。程控放大器能够实现这个要求,就在于它的放大倍数随时可以由一组数码控制,这样,在多路开关改变其通道序号时,程控放大器也由相应的一组数码控制改变放大倍数,即为每个模拟通道提供最合适的放大倍数。它的使用大大拓宽了数据采集系统的适应面。

4. 采样/保持器

A/D 转换器完成一次转换需要一定的时间,在这段时间内希望 A/D 转换器输入端的模拟

信号电压保持不变,以保证有较高的转换精度。这可以用采样/保持器来实现,采样/保持器的加入,大大提高了数据采集系统的采样频率。

5. A/D 转换器

因为计算机只能处理数字信号,所以须把模拟信号转换成数字信号,实现这一转换功能的器件是 A/D 转换器。A/D 转换器是采样通道的核心,因此,A/D 转换器是影响数据采集系统采样速率和精度的主要因素之一。

6. 接口电路

该电路用来将传感器输出的数字信号进行整形或电平调整,然后再传送到计算机的总线。

7. 微机及外部设备

它们负责对数据采集系统的工作进行管理和控制,并对采集到的数据做必要的处理,然后根据需求来显示和打印。

8. 定时与逻辑控制电路

数据采集系统各器件的定时关系是比较严格的,如果定时不合适,就会严重影响系统的精度。例如,模拟多路开关的两个开关切换时间是 800ns ;在模拟多路开关切换期间,程控放大器同时切换放大倍数,大约是 800ns ;从程控放大器的一个新放大倍数到产生稳定的输出大约是 400ns ;那么,从程控放大器倍数开始切换到采样/保持器开始跟踪至少需要 $1.2\mu\text{s}$ 。若采样/保持跟踪时间是 $6\mu\text{s}$,A/D 转换至少再延迟 $6\mu\text{s}$ 后才能开始。对于以上所描述的情况,必须遵守如图 1.2 所示的时序图。

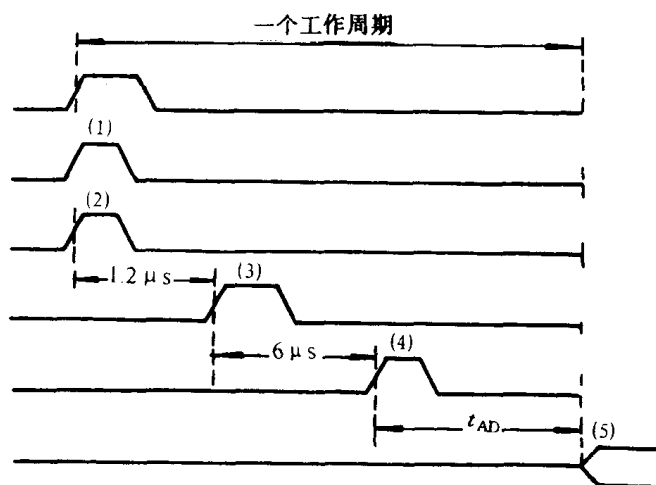


图 1.2 数据采集系统工作时序图

由图 1.2 可知,数据采集系统工作时,各个器件必须按照以下过程顺序执行:

- (1) 模拟多路开关开始切换。
- (2) 程控放大器放大倍数开始切换。
- (3) 采样/保持器开始保持。
- (4) A/D 转换器开始转换。
- (5) A/D 转换完成。

定时电路就是按照各个器件的工作次序产生各种时序信号,而逻辑控制电路是依据时序信号产生各种逻辑控制信号。

由于生产和科学研究的需要,使得微型计算机数据采集系统的结构还有其它方案,如适于高速采样的数据采集系统、无相差并行采样(各路均有采样/保持器、A/D转换器)的数据采集系统等,这些都将在第12章介绍。

微型计算机数据采集系统的特点是:

- (1) 系统结构简单,容易实现,能够满足中、小规模数据采集的要求。
- (2) 微型计算机对环境的要求不是很高,能够在比较恶劣的环境下工作。
- (3) 微型计算机的价格低廉,可降低数据采集系统的投资,即使是比较小的系统,也可以采用它。
- (4) 微型计算机数据采集系统可作为集散型数据采集系统的一个基本组成部分。
- (5) 微型计算机的各种 I/O 模板及软件都比较齐全,很容易构成系统,便于使用和维修。

这里需要指出的是,在图 1.1 所示的微型计算机数据采集系统中,加上 D/A 转换器,就构成了微型计算机数据采集与控制系统。

1.3.2 集散型数据采集系统

集散型数据采集系统的结构如图 1.3 所示。集散型数据采集系统是计算机网络技术的产物,它由若干个“数据采集站”和一台上位机及通信线路组成。

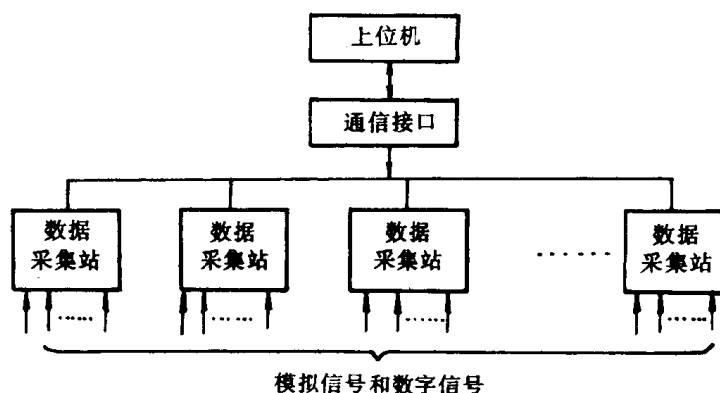


图 1.3 集散型数据采集系统

数据采集站一般是由单片机数据采集装置组成,位于生产设备附近,可独立完成数据采集和预处理任务,还可将数据以数字信号的形式传送给上位机。

上位机一般为 PC486 或 PC586 计算机,配置有打印机和绘图机。上位机用来将各个数据采集站传送来的数据,集中显示在显示器上或用打印机打印成各种报表,或以文件形式储存在磁盘上。此外,还可以将系统的控制参数发送给各个数据采集站,以调整数据采集站的工作状态。

数据采集站与上位机之间通常采用异步串行传送数据。数据通信通常采用主从方式,由上位机确定与哪一个数据采集站进行数据传送。

集散型数据采集系统的主要特点:

- (1) 系统的适应能力强。无论是大规模的系统,还是中小规模的系统,集散型系统都能够适应,因为可以通过选用适当数量的数据采集站来构成相应规模的系统。
- (2) 系统的可靠性高。由于采用了多个以单片机为核心的数据采集站,若某个数据采集站出现故障,只会影响某项数据的采集,而不会对系统的其它部分造成任何影响。

(3) 系统的实时响应性好。由于系统中各个数据采集站之间是真正“并行”工作的,所以系统的实时响应性较好。这一点对于大型、高速、动态数据采集系统来说,则是一个很突出的优点。

(4) 对系统硬件的要求不高。由于集散型数据采集系统采用了多机并行处理方式,所以每一个单片机仅完成数量十分有限的数据采集和处理任务。因此,它对硬件的要求不高,可以用低档的硬件组成高性能的系统,这是微型计算机数据采集系统方案所不可比拟的。

另外,这种数据采集系统是用数字信号传输代替模拟信号传输,有利于克服常模干扰和共模干扰。因此,这种系统特别适合于在恶劣的环境下工作。

以上介绍了两种数据采集系统的特点。由此可知,微型计算机数据采集系统是基本型系统,由它可组成集散型数据采集系统。因此,本书将以微型计算机数据采集系统为对象,全面地、系统地介绍数据采集系统的基本知识、系统设计及其在工程中的应用。

1.4 数据采集系统的软件

数据采集系统的正常工作,除了必须要有系统硬件这个物质基础外,还须有软件的支持。软件在数据采集系统中起着相当重要的作用。由于数据采集系统软件随着具体应用的不同,其规模、功能及所采用的技术也不相同,在这里详细地介绍数据采集系统软件是比较困难的。因此,本节只是重点介绍数据采集系统软件中一些最基本的部分,目的在于让读者了解数据采集系统软件的组织结构、软件的基本功能。至于软件设计中遇到的一些技术问题及解决方法将在以后的章节详细讨论。

在设计一个复杂的软件系统时,一般是根据软件工程学中“自顶向下,逐层细分”的设计原则,将软件系统分解成若干个功能模块,各个功能模块之间既相互联系,又相互独立,这样才能使软件系统结构清晰,分工明确,便于软件的开发、调试、修改和维护。因此,数据采集系统的软件一般分为:

1. 模拟信号采集与处理程序

模拟信号采集与处理程序的主要功能是对模拟输入信号进行采集、标度变换、滤波处理及二次数据计算,并将数据存入磁盘文件。模拟信号采集程序的编程方法将在第 8 章中予以讨论。

2. 数字信号采集与处理程序

数字信号采集与处理程序的功能是对数字输入信号进行采集及码制之间的转换,如 BCD 码转换成 ASCII 码等。数字信号采集与处理程序的编程方法将在第 9 章中予以讨论。

3. 脉冲信号处理程序

脉冲信号处理程序的功能是对输入的脉冲信号进行电平高低判断和计数。脉冲信号处理程序的编程方法将在第 9 章中予以讨论。

4. 开关信号处理程序

开关信号处理程序包括一般的开关信号处理程序和中断型开关信号处理程序。前者是按系统设定的扫描周期定时查询运行;后者是随中断的产生而随时运行的。开关信号处理程序的主要功能是判断开关信号输入状态的变化情况,如果发生变化,则执行相应的处理程序。

5. 运行参数设置程序

运行参数设置程序的主要功能是对数据采集系统的运行参数进行设置。运行参数有:采样通道号、采样点数、采样周期、信号量程范围、放大器增益系数、工程单位等。

6. 系统管理(主控)程序

系统管理程序首先是用来将各个功能模块程序组织成一个程序系统,并管理和调用各个功能模块程序;其次是用来管理数据文件的存储和输出。

系统管理程序一般以文字菜单和图形菜单的人-机界面技术来组织、管理和运行系统程序。系统管理程序的编程方法将在第 13 章中讨论。

7. 通信程序

通信程序是用来完成上位机与各个数据采集站之间的数据传送工作,它的主要功能有:设置数据传送的波特率(速率);上位机向数据采集站群发送机号;上位机接收和判断数据采集站发回的机号;命令相应的数据采集站传送数据;上位机接收数据采集站传送来的数据。通信程序的编程方法将在第 9 章中讨论。需要指出的是,通信程序只有集散型数据采集系统才有。

以上介绍了数据采集系统软件的功能模块划分。需要指出的是,它的划分并非是一成不变的,不同的系统常常有不同的划分。例如,在单片机数据采集系统中,软件还要有显示程序、键盘扫描与分析程序、实时监控程序等功能模块,而不能有用菜单技术编程的系统管理程序。因此,一般来说,软件功能模块的划分是由系统的规模、所要实现的功能、微型计算机的类型、编程者的经验等诸多方面的因素决定的。

1.5 数据处理的任务和类型

1.5.1 数据处理的类型

由数据采集系统的任务可知,系统除了采集数据外,还要根据实际需要,对采集到的数据进行各种处理。数据处理的类型有多种,一般根据以下方式分类。

1. 按处理的方式划分

数据处理可分为实时(在线)处理和事后(脱机)处理。一般来说,实时处理(即在采集数据的同时,对数据进行某些处理)由于处理时间受到限制,因而只能对有限的数据做一些简单的、基本的处理,以提供用于实时控制的数据;而事后处理由于是非实时处理,处理时间不受限制,因而可以做各种复杂的处理。

2. 按处理的性质划分

数据处理可分为预处理和二次处理两种。预处理通常是剔除数据奇异项、去除数据趋势项、数据的数字滤波、数据的转换等。二次处理有各种数学的运算,如微分、积分和傅里叶变换等。

1.5.2 数据处理的任务

数据处理的任务主要有:

1. 对采集到的电信号做物理量解释

在数据采集系统中,被采集的物理量(温度、压力、流量等)经传感器转换成电量,又经过信号放大、采样、量化和编码等环节之后,被系统中的计算机所采集,但是采集到的数据仅仅是以电压的形式表现。它虽然含有被采集物理量变化规律的信息,由于没有明确的物理意义,因而

不便于处理和使用,必须把它还原成原来对应的物理量。

2. 消除数据中的干扰信号

在数据的采集、传送和转换过程中,由于系统内部和外部干扰、噪声的影响,或多或少会在采集的数据中混入干扰信号。因而必须采用各种方法(如剔除奇异项、滤波等)最大限度地消除混入数据中的干扰,以保证数据采集系统的精度。

3. 分析计算数据的内在特征

通过对采集到的数据进行变换加工(例如求均值或做傅里叶变换等),或在有关联的数据之间进行某些相互的运算(例如计算相关函数),从而得到能表达该数据内在特征的二次数据。所以有时也称这种处理为二次处理。例如,采集到一个振动过程的振动波形(随时间变化的数据,即时域数据),由于频谱更能说明振动波形对机械结构所产生的影响,因此,可用傅里叶变换得出振动波形的频谱。

以上介绍了数据采集系统的构成和软件功能模块组成的情况,目的在于使读者对数据采集系统的全貌有一个总体上的了解,以便在后续各章学习中明确所讨论内容的目的和作用。目前,计算机技术和微电子技术的发展日新月异,新技术、新方法和新器件层出不穷,为了适应科学技术飞速发展的趋势,学习中应该注意掌握数据采集的基本理论、概念和设计方法,因为,不论科学技术如何发展,数据采集系统的组成方案如何不同,而它们的基本理论、概念和设计方法却是具有共性的。另外,在学习中还应该注意各章讨论的内容是服务于数据采集系统的设计和实现的,因此,应重点掌握各个器件的外特性和使用方法,并且应该以数据采集系统的技术性能(如采样精度、分辨率、采集速度、采集通道数等)为主要设计指标,综合地分配各个器件的性能指标,以便最终设计出性能和价格均满足设计要求的数据采集系统。

习题与思考题

1. 数据采集的任务是什么?
2. 数据采集系统主要实现哪些基本功能?
3. 简述数据采集系统的基本结构形式,并比较其特点。
4. 数据采集系统的软件功能模块是如何划分的?各部分都完成哪些功能?
5. 模拟信号处理程序的主要任务是什么?
6. 数据处理有哪些类型?
7. 数据处理的主要任务是什么?

第 2 章 模拟信号的数字化处理

2.1 概述

数据采集系统中采用计算机作为处理机。众所周知,计算机内部参与运算的信号是二进制的离散数字信号,而被采集的各种物理量一般都是连续模拟信号。因此,在数据采集系统中同时存在着两种不同形式的信号:离散数字信号和连续模拟信号。在研究开发数据采集系统时,首先遇到的问题是:传感器所测量到的连续模拟信号怎样转换成离散的数字信号?

连续的模拟信号转换成离散的数字信号,经历了两个断续过程:

1. 时间断续

对连续的模拟信号 $x(t)$,按一定的时间间隔 T_s ,抽取相应的瞬时值(也就是通常所说的离散化),这个过程称为采样。连续的模拟信号 $x(t)$ 经采样过程后转换为时间上离散的模拟信号 $x_s(nT_s)$ (即幅值仍是连续的模拟信号),简称为采样信号。

2. 数值断续

把采样信号 $x_s(nT_s)$ 以某个最小数量单位的整倍数来度量,这个过程称为量化。采样信号 $x_s(nT_s)$ 经量化后变换为量化信号 $x_q(nT_s)$,再经过编码,转换为离散的数字信号 $x(n)$ (即时间和幅值是离散的信号),简称为数字信号。

以上转换过程可以用图 2.1 表示。

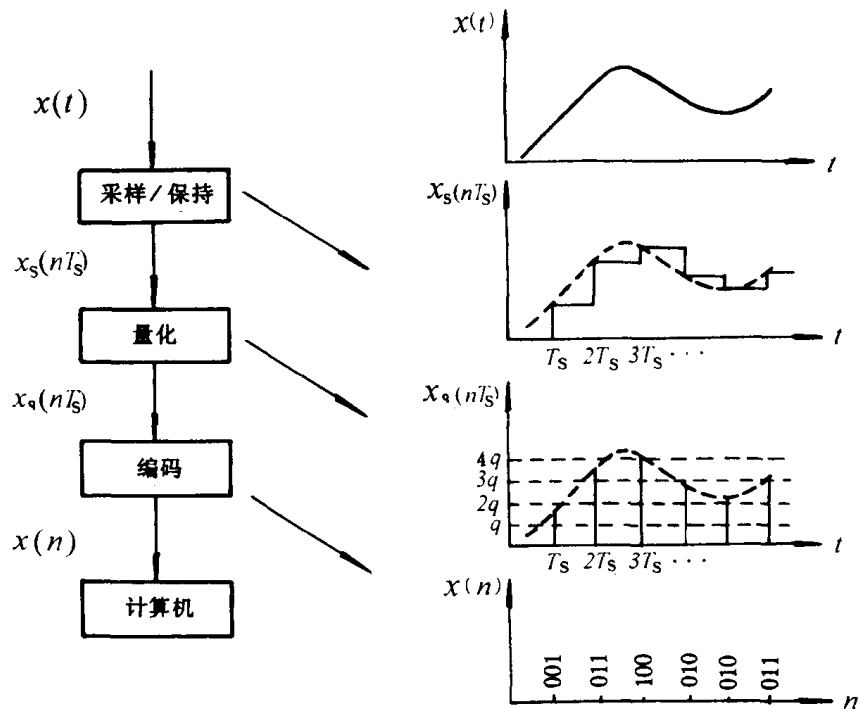


图 2.1 信号转换过程