

计算机应用技术丛书

数据采集和 监控中的微机应用

李志忠 王家祯 编著

清华大学出版社

计算机应用技术丛书

数据采集和监控中的微机应用

李志忠 王家桢等 编著

清华大学出版社

内 容 简 介

本书首先讲述设计数据采集处理与微计算机化监控系统所必需的技术基础知识, 然后详细介绍了8个应用实例的设计过程。这些实例是编著者的近期科研成果, 具有先进性和实用性, 便于学习、参考、实践。

计算机应用技术丛书

数据采集和监控中的微机应用

李志忠 王家桢等 编著

☆

清华大学出版社出版

北京 清华园

清华大学印刷厂印刷

新华书店北京发行所发行

☆

开本: 787×1092 1/32 印张: 10.5 字数: 233 千字

1988 年 9 月第 1 版 1988 年 9 月第 1 次印刷

印数: 0001—6000

定价: 2.10 元

ISBN 7-302-00220-7/TP·87(课)

《计算机应用技术丛书》

出版说明

目前，计算机特别是微型计算机已经应用到工业、农业、商业、交通，教育、医疗、政府机关、服务行业以至日常生活的所有领域。各类工程技术人员、干部正越来越多地和计算机打交道，迫切需要有关计算机特别是微型计算机应用技术及典型实例的参考书。为此我们约请清华大学等单位工作在计算机应用第一线的教师和工程技术人员编写了《计算机应用技术丛书》，结合实例详细地阐述计算机应用技术，分册出版，意在推广，注重实用。

《计算机应用技术丛书》即将出版的几册书汇集了计算机主要是微型机在控制和检测仪表、机械设备、生产过程自动化设备以及系统仿真等方面的应用实例。《丛书》不是去罗列众多的应用实例，而是选择那些有代表性的典型实例，向读者介绍如何应用计算机特别是微机对一台仪器仪表、一系列过程、一个简单的或复杂的系统实现计算机控制、监测或仿真。作者力求既有工作原理的叙述，又有具体应用技术的说明，详细介绍实例的硬件结构、软件设计、接口技术和系统调试方法等。读者通过这些实例可以学习解决具体问题的方法、措施和经验，提高实际动手解决具体问题的能力。**具有大专以上文化程度的读者在工作、学习中参考此丛书会**

感到方便实用。甚至具有中等文化程度的读者也能学习参考丛书中的有关内容,得到启发和帮助。

《计算机应用技术丛书》将陆续出版各分册,我们欢迎正在或将要从事计算机应用和“机电一体化”工作的科技人员、大专学生、研究生,干部都来关心丛书,积极提出意见,共同努力把丛书越办越好,为我国计算机特别是微型计算机应用技术的普及和提高作出贡献。

《计算机应用技术丛书》编辑组

《计算机应用技术丛书》部分书目

微型计算机控制应用实例集	黄胜军等
微机绘图软件 AUTOCAD	吕凤翥等
微机控制系统设计选	钱宗华等
计算机仿真应用	熊光楞等
数据采集和监控中的微机应用	李志忠等
微机在过程控制中的应用	徐用懋等

前 言

本书是清华大学出版社组编的《计算机应用技术丛书》中的一本，内容是讲述数据采集处理系统与微计算机化仪表（智能仪表）的硬件设计、应用软件编制及整机调试，即数据采集和监控中的微机应用的有关技术问题。

全书共分九章。第一章讲述设计数据采集处理与微机监控系统所必需的一些技术基础知识及设计中应注意的问题。第二章至第九章介绍八个数据采集处理系统、微计算机化仪表的设计实例。

书中所讲述的实例，都是编著者近期的科研成果，分析和参考了国内外有关最新技术资料，具有先进性；这些科研项目又都是为了解决有关部门的实际任务，因此实用性很强并具有推广应用价值。这是一本实用科技参考书，也是一本微计算机应用技术的培训教材，可供科技人员及高等院校师生参考。正在学习微计算机应用课程的大学生，或者正在作毕业设计的毕业班学生阅读、参考本书将大有益处。

本书在讲述应用实例时，同时也讲述了一些必要的基础知识，提供了一些必要的技术资料和数据。编著者还根据自己的教学实践经验，对一些容易产生模糊不清的概念和实际工作中应注意的问题作了说明。故本书适合于初学微型计算机应用的人员学习参考，通过本书中理论联系实际例子，学习解决具体问题的方法、措施和经验，提高实际动手解决

问题的能力。

全书由李志忠负责主编。其中第一、二、五章由李志忠编著，第三、四、六、七、八、九章分别由孙崇正、王俊杰、王家桢、袁涛、高晋占、周培森编著。

读者发现本书中的缺点、错误时，请予以指正。来信请寄清华大学自动化系。

编 著 者

目 录

前 言

第一章 数据采集处理与微机监控系统的设计基础

1.1	设计工作内容及步骤	2
1.1.1	任务的调查研究、方案论证与总体设计	3
1.1.2	整个系统或整机的调试与性能测定	4
1.1.3	设计文件的编制	5
1.2	模拟电信号的放大与整形器件	6
1.2.1	集成运放的规格型号与性能参数简介	6
1.2.2	集成运放的使用要点及注意事项	12
1.2.3	信号整形器件的选用	25
1.3	模-数转换电路设计中的几个问题	33
1.3.1	全面考虑 A/D 转换器的 技术性能与价格	34
1.3.2	准确使用 A/D 转换器的引脚	49
1.3.3	正确解决模拟输入的量程问题	60
1.3.4	合理设计 A/D 转换器的接口电路	63
1.4	计数器的使用	66
1.5	数据采集处理系统与微计算机 化仪表的抗干扰问题	68
	参考文献	76

第二章 多路数据采集处理系统

——ZNW型温度巡回检测装置

2.1	ZNW 型温度巡回检测装置的组成及 性能特点	78
2.2	多路信号切换及前置放大电路	81
2.3	巡检装置的模-数转换电路设计	85
2.4	中央处理单元板及输入/输出外围设备	93
2.5	温度巡回检测装置的应用软件 及性能测试	95
	参考文献	104

第三章 微计算机控制的热管式温度计 自动检定系统

3.1	热管式温度计自动检定系统的特点 及工作原理	106
3.2	检定系统中的小信号测量	113
3.2.1	高精度信号放大电路	113
3.2.2	由 V-F 变换器组成的模-数转换电路	116
3.3	改进的 PID 算法	122
3.4	温度计自动检定的应用软件	129
	参考文献	130

第四章 微计算机化过热蒸汽热量计

4.1	过热蒸汽热量计的性能特点	133
4.2	过热蒸汽热量计的硬件结构	138
4.3	无符号三字节浮点数运算符程序	147
4.4	ε 的自动校正程序	153
4.5	用户系数的确定	156
	参考文献	158

第五章 脉冲量数据采集处理系统 ——微计算机化脉冲计数分析仪

5.1	脉冲量数据采集处理系统的组成	159
5.2	信号的放大与整形电路设计	161
5.3	计数锁存电路的设计与调试	165
5.4	几种脉冲计数分析仪介绍	171
5.4.1	ZNM 型微计算机化脉冲计数分析仪.....	171
5.4.2	KV-1 型微形变自动监测仪.....	188
5.4.3	多用智能频率计	191
	参考文献.....	192

第六章 磁扫描数模混合记录仪

——微计算机化显示记录仪表

6.1	常见的几种国外显示记录仪表简介	194
6.1.1	点阵打印头式记录仪	194
6.1.2	伺服式多点记录仪	199
6.1.3	固定笔热敏纸记录仪	202
6.2	磁扫描原理及闭环框图	205
6.3	磁扫描装置的基本算式	208
6.4	对常规记录仪进行改装需增加的硬件	210
6.4.1	模拟输入通道	210
6.4.2	D/A 及 A/D 转换电路	211
6.4.3	磁扫描脉冲的整形及计数	212
6.5	磁扫描数模混合记录仪的应用软件	215
	参考文献.....	218

第七章 单回路数字调节器

——微计算机化调节运算仪表

7.1	数字调节器的硬件结构	221
7.2	数-模转换芯片 DAC-1210 的应用.....	228
7.3	调节算法的选定及应用软件	232

7.3.1 自动调节算法	232
7.3.2 “运算器”软件	242
7.3.3 主程序及中断服务程序	243
7.3.4 数字调节器的编程功能	246
7.4 自诊断、自保护和故障处理	247
参考文献	251

第八章 微计算机化 FFT 信号谱分析仪

8.1 FFT 信号谱分析仪的组成及工作原理	254
8.1.1 采样和 DMA 系统	254
8.1.2 图像显示接口	256
8.2 FFT 算法及变换误差问题	258
8.3 人机对话及仪器的使用	265
参考文献	269

第九章 微计算机化信号编码光谱仪

9.1 编码光谱仪的组成及工作过程	270
9.2 沃尔什函数与沃尔什变换	278
9.3 信号的调制与编码	289
9.4 信号的获取与 AD574 的应用	293
9.5 沃尔什变换的快速算法与软件	306
9.6 编码光谱仪的控制与系统软件	315
参考文献	322

第一章 数据采集处理与微机监控

系统的设计基础

数据采集和监控中的微机应用，主要是设计数据采集处理系统或设计制作微计算机化检测、监控仪表。

数据采集处理系统是一个把模拟电信号转换成数字信号，经过计算机加工处理，再把处理后的数字信号转换成模拟信号的闭环系统。

在科研、生产和人们的日常生活中，模拟量的测量和控制是经常的。为了对温度、压力、流量、速度、位移等等物理量进行测量和控制，都是通过传感器把上述物理量转换成能模拟物理量的电信号，即模拟电信号。将模拟电信号经过处理并转换成计算机能识别的数字量，送进计算机，这就是数据采集。计算机将采集来的数字量根据需要进行不同的判别、运算，得出所需要的结果，这就是数据处理。数据处理结果显示于显示器或屏幕上或由打印机打印在纸上，以便对某些物理量进行监视，再将数据处理结果的数字量转换成模拟信号去控制某些物理量，这就是监控。这一数据采集、计算机处理、数-模转换的监控系统，就是一种数据采集处理系统。

随着大规模集成电路技术的迅速发展，微处理器、存储器、入/出接口等的性能不断提高，体积越来越小，价格越来越低，使上述数据采集处理系统可做在仪表内。这种机电

一体化的新型仪表便称为微计算机化仪表，也称为智能仪表或灵巧仪表。由于各国竞相研制，微计算机化的检测、监控仪表的新品种层出不穷，发展十分迅速。

1.1 设计工作内容及步骤

数据采集处理系统、微计算机化仪表的设计，按其工作内容可分为七个步骤：

- ①任务的调查研究阶段或称问题的定义阶段；
- ②方案论证和总体设计阶段；
- ③元器件的型号选择和性能测试、电路设计制作以及数据处理软件编制阶段；
- ④有关电路和数据处理软件的调试、验证、查错阶段；
- ⑤整个数据采集处理系统、微计算机化仪表的性能测定和现场试用阶段；
- ⑥文件编制阶段；
- ⑦对原方案提出改进措施，进行再设计阶段。

在实际工作中，也可分为四个阶段：

- ①调查研究和方案论证、总体设计阶段；
- ②元器件选择，电路设计制作，数据处理软件编制，以及硬件、软件的调试阶段；
- ③整个系统（仪表）的性能测定和现场试用阶段；
- ④文件编制以及再设计阶段。

在上述工作中，主要工作量是对任务的调查研究、方案论证、调试以及性能测定。具体的制作电路、编制软件只占小部分工作量。

关于元器件的选择、测试筛选将在本章 1.2 节至 1.4 节中分别讲述,本节中只对任务调查研究、方案论证、总体设计、调试查错、整个系统的性能测定、文件编制等工作要点作些说明。

1.1.1 任务的调查研究、方案论证与总体设计

调查研究和方案论证是数据采集处理系统的设计工作的开始,也是工作的基础。只有经过深入细致地调查研究,周密而科学地方案论证才能使系统的设计工作顺利完成;相反,如果想当然地、草草地定下一个有漏洞的方案,则后面工作可能很困难甚至失败。

调查研究时,就应同时对方案进行考虑,以便更有针对性地去调查研究。要解决的问题和要完成的任务越复杂,越需要设计者有丰富的知识和经验。

一、调查研究的内容

调查研究的内容与任务的性质有关。一般来说,要调研的内容有:

①传感器可提供什么样的信号,例如信号的大小,变化的规律,产生的误差等;

②对微计算机或智能仪表输出的要求。例如要求输出信号的形式,需打印或显示哪些数据,对误差的要求等;

③使用环境。例如环境温度,湿度,有无烟尘及腐蚀气体,电源情况,附近有无强磁场、强电场等;

④市场上供应的外部设备、接口电路、各种芯片及元器件的情况。

二、设计方案的论证与总体设计

进行方案论证与总体设计时，一般可分三部分来考虑：

（一）信号的选择与处理

这部分包括选择哪些信号，如何获取所选择的信号，对信号需进行哪些处理等问题。

选择什么信号来表示物体的物性或某种特征，在有些情况下是显而易见的，但有时却需要仔细考虑和选择，才能既满足任务的要求又简单、经济、可靠。

信号的获取与所选用的传感器有关，与信号的变化规律有关。对于随时间变化的信号或不定期地间断出现的信号，如何获取便成为一个需要认真考虑的问题。

信号的处理包括放大（或衰减）、整形、滤波，还包括采样保持、电平转换等，应根据具体情况具体处理。

（二）数据处理方案的论证与选择

要考虑的问题包括使用什么算法，占用多少内存，运算时间长短，误差大小，同时还应考虑如何防止实际运行中可能出现的错误。

（三）提供哪些结果以及提供结果的格式和方式

这不仅要考虑设计工作的方便，还应考虑使用者的技术水平和心理因素。

对上述三方面的内容经过考虑与论证，有了总体设计方案后，便可将任务分解成若干小课题，去做具体的设计。

1.1.2 整个系统或整机的调试与性能测定

编制出的程序或焊接好的线路，不能按预计的那样正确工作是常有的事。这就需要查错和调试。查错和调试有时是费时间的，可以为编制程序或制作电路时间的几倍甚至几十

倍以上。最重要的是，在调查研究、方案论证、编制程序或电路设计制作时，要认真细致地工作。绝不能急于求成和粗心大意，不然会事倍功半，欲速则不达。

在调试以前，一定要认真进行下列工作：

- ①检查总体方案中信号的选择、获取、处理是否正确；
- ②检查元件的选择、使用是否正确，工作是否正常；
- ③仔细核对程序流程图及程序清单，特别要注意修改过的地方是否清楚明确；
- ④核对电原理图及接线图，并对线路板及其外部接线进行细心检查。

调试时，应将硬件及软件分成几部分，逐部分调试，各部分都调试通过后再进行联调。

调试完成后，应在实验室模拟现场条件，对所设计的硬件、软件进行性能测定，并写出性能测定报告。

现场试用时，要对试用情况做详细记录。并尽可能试验各种可能出现的条件下可能有的结果。试用后要写出详细的试用报告。

1.1.3 设计文件的编制

文件不仅是设计工作的结果，而且是以后使用，维修以及进一步再设计的依据。因此，一定要精心编写、描述清楚，使数据及资料齐全。

整个文件应包括：

- (1) 任务的描述；
- (2) 设计的指导思想及设计方案的论证；
- (3) 性能测定及现场试用报告与说明；

- (4) 使用者的使用指南;
- (5) 软件资料, 应有:
 - ① 流程图及程序的书面说明;
 - ② 参量的定义清单, 标号及子程序名称清单以及标号意义、子程序使用说明;
 - ③ 存储单元及入/出口地址分配表;
 - ④ 程序清单及说明。
- (6) 硬件资料, 应有:
 - ① 标注清楚的电原理图;
 - ② 元件布置图及接线图;
 - ③ 接插件引脚图;
 - ④ 线路板图;
 - ⑤ 调试中的问题及使用注意事项。

1.2 模拟电信号的放大与整形器件

大多数传感器的输出信号都要经过放大, 有的还要进行整形。这可选用运算放大器、触发器。

1.2.1 集成运放的规格型号与性能参数简介

一、集成运放的分类及型号

按集成运放的应用特点, 一般将集成运放分为通用型和专用型两大类。

通用型集成运放是应用范围很广泛的一类运放。其型号很多, 按其发展阶段可分为原始型集成运放 (国外的 $\mu A702$ 及我国的 F001、BG301 等, 开环差模增益为 60~66 分贝); 第一代集成运放 (国外的 $\mu A709$ 及我国的 FC3 等,