

智能仪表设计原理及其应用

计算机应用丛书

智能仪表设计 原理及其应用



李志全 等编著

国防工业出版社

国防

TM930.5

TM1930.9

L40

413816

计算机应用丛书

智能仪表设计原理及其应用

李志全

张淑清 时卫东 刘 莉 吴朝霞 编著

国防工业出版社

· 北京 ·

图书在版编目(CIP)数据

113
D722/33

智能仪表设计原理及其应用/李志全等编著. —北京:
国防工业出版社, 1998. 6
(计算机应用丛书)
ISBN 7-118-01834-1

I. 智… II. 李… III. 智能仪器-设计 IV. TP 23

中国版本图书馆 CIP 数据核字(97)第 22617 号

国防工业出版社 出版发行

(北京市海淀区紫竹院南路 23 号)

(邮政编码 100044)

河北三河市腾飞胶印厂印刷

新华书店经售

*

开本 787×1092 1/16 印张 19 442 千字

1998 年 6 月第 1 版 1998 年 6 月北京第 1 次印刷

印数: 1—3500 册 定价: 26.00 元

(本书如有印装错误, 我社负责调换)

前 言

近年来计算机技术及微电子器件在工程技术中应用十分广泛,在此基础上发展起来的智能仪表无论是在测量的准确度、灵敏度、可靠性、自动化程度、运用功能方面还是在解决测量技术与控制技术问题的深度及广度方面都有了很大的发展,以一种崭新的面貌展示在人们的面前。随着大规模集成电路及计算机技术的迅速发展,以及在人工智能向测控技术的移植或应用的过程中,智能仪表将会有更大的发展。测量仪表的智能化为先导,带动了各类仪表的智能化,是现代仪器仪表技术发展的主要趋势,因而它已是当今工程界、教育界及科技界人士所普遍关注的重要问题。了解及熟悉这类仪表的发展概况、工作原理及设计思想和设计方法,是十分重要和必要的。

我国对智能仪表的研究,无论在生产、科研等方面都取得了不少成绩,尤其最近几年来积累了许多宝贵经验。本书在编写中不仅注意吸取国外的先进技术,也注意结合我国自己的实际情况,力求使读者能对智能仪表中各方面的问题有一个系统的、具体的了解。本书是在编者总结教学及科研经验的基础上,经不断修改撰写而成。书中除了介绍智能仪表的硬件电路设计和软件设计以及智能仪表在过程控制中的工作方式、抗干扰措施外,还列举了智能仪表的设计及其应用实例,以供广大读者参考。本书不仅是一本教科书或教学参考书,而且对从事仪器仪表、自动控制及测控工作的工程技术人员及有关科技工作者都具有参考价值。

本书由燕山大学李志全主编,其中第一章、第六章由李志全编写;第二章由张淑清编写;第三章由时卫东编写;第四章由刘莉编写;第五章由吴朝霞编写。重庆大学蒙建波教授、山东工业大学赵秀廷教授、燕山大学史锦珊教授和徐林同志为本书提出了许多宝贵意见,在此一并表示感谢。由于作者水平所限,书中难免存在错误和不当之处,敬请广大读者批评指正。

编 者



内 容 简 介

本书共六章,详细阐述了智能仪表的硬件电路设计、智能仪表的软件设计,并对智能仪表在过程控制中的工作方式、智能仪表的抗干扰措施等也作了详细介绍。最后书中例举了智能仪表及其应用的设计实例。

本书内容浅显易懂,理论联系实际,适于自学。可供从事仪器仪表、自动控制及测控工作的工程技术人员及有关科技工作者阅读使用,亦可作为大专院校有关专业的教材或教学参考书。

目 录

第一章 智能仪表概述	1
§ 1.1 什么是智能仪表	1
一、智能仪表的特点和定义	1
二、智能仪表框图	3
三、智能仪表的基本工作方式	6
§ 1.2 智能仪表的优点	7
一、测量精度高	7
二、能够进行间接测量	7
三、能够自动校准	8
四、具有自动修正误差的能力	9
五、具有自诊断能力	9
六、能够实现复杂的控制功能	10
七、允许灵活地改变仪表的功能	10
八、便于通过标准总线组成一个多仪器的复杂控制系统	11
§ 1.3 智能仪表的发展概况及设计思想	11
第二章 智能仪表的硬件电路设计	14
§ 2.1 微处理器的选择	14
一、微处理器的选择原则	14
二、8086/8088PC 机的结构及功能	16
三、Z80 微处理器的结构及功能	22
四、MCS-51/96 单片机的结构及功能	28
五、8098 单片机的结构和功能	33
§ 2.2 存储器的选择及主机电路设计	42
一、存储器的选择	42
二、主机电路的设计	44
三、主机电路设计实例	46
§ 2.3 外部设备的选择和电路设计	49
一、外部设备概述	49
二、模拟量输入通道	50
三、模拟量输出通道	62
四、开关量输入输出通道	70
五、显示器	75
六、键盘	88
七、打印机	96
§ 2.4 智能仪表的通信接口电路	107

一、并行通信接口	108
二、串行通信接口	115
三、设计实例	125
第三章 智能仪表的软件设计原理	134
§ 3.1 软件设计概述	134
一、软件设计过程	134
二、软件设计方法	138
§ 3.2 监控程序设计	140
一、设计原则	140
二、监控程序的设计方法	140
§ 3.3 测量算法及其编程	169
一、数字滤波	169
二、线性化处理	178
三、软件标定	184
§ 3.4 控制算法	185
一、PID 控制算法	185
二、PID 调节器参数的整定	191
三、智能控制算法	194
第四章 智能仪表在过程控制中的工作方式	196
§ 4.1 数字 PID 控制器	196
一、系统构成	197
二、控制规律选择及 PID 参数计算	199
三、数字 PID 控制器的程序实现	201
§ 4.2 复杂控制算法	203
一、大纯滞后的 Smith 补偿控制算法	203
二、前馈控制算法	208
三、解耦控制算法	211
四、差拍控制与 Dahlin 算法	215
§ 4.3 智能控制器	225
一、智能控制系统的构成原理	225
二、智能控制器的一般结构	227
第五章 智能仪表的抗干扰措施	230
§ 5.1 电源滤波器	230
一、电源滤波器的构造及抗干扰特性	230
二、电源滤波器的装配布线	232
§ 5.2 数字集成电路的抗干扰措施	232
一、TTL 电路输出中产生振荡原因及抑制	232
二、CMOS 电路输出中产生振荡原因及抑制	234
§ 5.3 信号输入回路的抗干扰措施	236
一、电平鉴别法	236
二、波形鉴别法	237

§ 5.4 电压-数字转换技术中的抗干扰措施	238
一、串模噪声的抑制	238
二、共模噪声的抑制	240
§ 5.5 微型计算机的各种抗干扰措施	243
一、系统受到干扰后软件处理的几种方法	243
二、系统中各部分的安排及相互连接	246
三、抑制存储器部分产生噪声的方法	250
四、抑制电源瞬时变动对系统的干扰	251
§ 5.6 系统的防辐射措施	252
一、改善电源线和地线的抗干扰性能	252
二、信号线加阻尼	252
三、注意印制线路的设计	252
四、将辐射源屏蔽	252
§ 5.7 数字信号在传输过程中的抗干扰措施	253
一、信号传输过程中受噪声影响的两种形态	253
二、抑制信号传输过程中共模噪声的方法	254
三、传输中的平衡措施	255
四、长线传输的反射干扰及其抑制措施	256
第六章 智能仪表设计举例	261
§ 6.1 数字记录仪的设计	261
一、设计的要求与基本性能	261
二、总体设计的考虑	262
三、硬件设计	264
四、软件设计	264
§ 6.2 自动售货机控制器的设计	275
一、设计任务分析	275
二、设计方法	276
§ 6.3 温度测量装置设计	281
一、用热敏电阻测温方案	281
二、用半导体电阻测温方案	283
§ 6.4 智能晶体管特性图示仪的设计	284
一、基本方案	284
二、图示仪的硬件设计	289
三、图示仪的软件设计	294
参考文献	297

第一章 智能仪表概述

目前,计算机科学理论与技术正处于迅速发展和深刻变革的阶段,计算机技术在各个学科领域中正不断普及和深化。计算机技术特别是微型计算机技术进入每一学科,都引起了原来学科的显著或根本的变化,智能仪表就是在这个契机下诞生并不断臻于成熟与完善的。

§ 1.1 什么是智能仪表

这一议题是近几年来从事仪表研究、应用的工作者讨论的热点问题之一,亦是本书主要论述的重点内容。本书力图在这一章乃至以后的几章中逐步深入、具体地加以阐述。

一、智能仪表的特点和定义

众所周知,第一代仪器仪表是以指针式为主的仪表,如现在还在使用的万用表、电压表、电流表、功率表以及简单的非电量检测仪表和显示仪表等等。这些仪表的基本结构是电磁式和力学式,基于电磁测量原理和力学转换原理用指针来显示最终测量值。第二代仪器仪表是数字式仪表,这类仪表以其快速响应和测量的高精度得到了广泛的应用,如目前工程上和实验室使用的数字频率计、数字功率计、数字万用表以及数字式测试仪表和数字式显示仪表等等。此类仪表的基本原理是将模拟量转化为数字信号进行测量,并以数字形式显示或打印最终结果。第三代仪表国际上通称微机化仪表(Microcomputer Instrumentation)^[6],这类仪表中内含微处理器(大多使用单片微机),功能丰富灵巧,国外书刊中常简称为智能仪表(Intelligent Instruments)^[6]。国内为了避免和人工智能中的“智能”含意混淆,也称为微机化仪表。仪表内含的微机是控制中枢,其功能由软、硬件相结合来完成。这类仪表一般都装有通用接口,仪表与外部微机之间通过通用接口总线联系从而实现在线信号检测、采集与存储,以及离线处理与分析。此类仪表虽然较前两类仪表有了根本性的变化,但从实用上讲仍属于基地式仪表(Based Instrumentations)范畴。

随着计算机技术尤其是微型计算机技术的长足发展和高新技术的出现,以及现代化生产的需要,对工业自动化仪表提出了 4C 化的要求,即计算机化,通信化,CRT 图像视觉、识别化和过程控制化。于是第四代仪表——智能仪表便应运而生了,概括起来说它有以下几个特点。

(一)智能仪表有了在线性和过程性

智能传感器和融合性多参数传感器的问世,使动态参数测取的单一性、低精度、低灵敏度等许多缺点得到了根本性的改善,而且微机的信号“析离”和多媒体技术的实现又使之相辅相成,使仪表不再停留在只是生产过程中的一简单装置的状态,而成为从信号测取到信号处理、分析,进入控制、调节及显示的在线性、过程系统与装置。从广义上讲,机器就

是一个广义的智能仪表,至少应该说是一个智能仪表的群体结构。

(二)智能仪表有可编程性

计算机软件进入仪表,可以替代大量逻辑电路,通常称为硬件软化。例如,在硬件电路中要将电压除以 2 就要有一个精确的分压电路,而用软件电路只需将电压对应的数值放在某一寄存器中,执行一次右移指令就可以实现了。再如在硬件电路中要延时较长的时间,通常要用单稳态触发器、微分电路、二极管及反相器,而在软件中只需编一个延时子程序即可代替这些硬件电路。这样的例子很多,特别是在控制电路中应用一些接口芯片的位控、数控特性进行一个复杂功能的控制,其软件编程则很简单(即可以用存储控制程序代替以往的顺序控制)。如果代之以硬件,就需要一大套控制和定时电路,所以软件植入仪器仪表可较大程度地简化硬件结构,而代替常规的逻辑电路。

(三)智能仪表具有可记忆特性

采用组合逻辑电路和时序电路的仪表,只能在某一时刻记忆一些简单状态,当下一状态到来时,前一状态的信息就消失了。但微型机引入仪表后,由于它的随机存储器可以记忆前一状态信息,只要通电,就可以一直保持记忆,并且可以同时记忆许多状态信息,需要时可以重现或进行其它形式的处理。例如,普通示波器只能显示当前时刻信号波形,而智能存储示波器可以存储若干条波形曲线,供使用者选用和比较,并且重要的信息还可以写入仪器的 ROM 中或转录磁带中,以待下次实验时调用这些信息数,还可以通过遥控方式将数据存入软盘。

(四)智能仪表有计算功能

由于智能仪表内含微机,因此可以进行许多复杂的计算,并且精度极高。普通的仪表,虽然可以采用一些模拟算法电路进行一些简单的加、减、乘、除或对数运算等,但电路的输出精度受电源、环境及器件本身的热噪声的随机干扰很大,至于复杂的计算则根本无法用硬件来模拟实现。而在智能仪表中可经常进行诸如乘除一个常数、确定两个被测量之比和偏离额定值的百分比、将结果移动一个常量、确定极大和极小值、被测量的给定极限检测等多方面的运算比较。

(五)智能仪表有数据处理功能

智能仪表有丰富的数据处理能力。在测量中常遇到线性化处理、工程值的转换及抗干扰问题,由于有了微处理器和软件,这些都可以很方便地用软件来处理,这样一方面大大减轻了硬件的负担,同时,又增强了处理功能。智能仪表还具有检索、优化等功能,在遥控方式下利用计算机软盘具有大容量的特点,还可以向仪表引入专家系统,对仪表的检测结果立即作出处理意见。

(六)智能仪表有自校正、自诊断、自学习及多种控制功能

智能仪表有自动校正零点、满度和切换量程的功能,大大降低了因仪表零漂和特性变化造成的误差,同时可提高读数的分辨率,在运行过程中智能仪表可对自身各部分进行一系列测试,一旦发现故障即能报警,并显示出故障部位,以便及时处理;由于专家系统引入仪表,使之具有自学习、自适应的功能;控制系统中一直很难解决的诸如前馈、解耦、非线性、纯滞后、模糊控制以及复杂的 PID 控制等问题都能通过智能仪表技术的引入和发展得到满意的解决。

总之,智能仪表是以计算机科学、微电子学、微机械学以及材料科学为理论基础,实现

信息传感、信号检测、信号处理、信号通信及过程控制等任务,具有自学习、自校正、自适应等功能的装置与系统。

二、智能仪表框图

为了具体了解智能仪表,下面通过几个简单的智能仪表框图加以说明。图 1-1 给出了智能阻抗测量仪框图。这个仪器借助 GP-IB 接口总线与其它系统连接,允许上位机对其控制。振荡器分频后提供时钟信号和测试的交流信号,前置电路施加测试信号到未知的阻抗和一个标准的阻抗上,并提供一个输出信号,这个输出信号与阻抗上的电压成正比,并被送到相敏检波器,将这个被测阻抗对应的交流输入电压变换为直流电压输出,再经过模/数(A/D)变换器进行模数转换,得到的数字信号送入微处理器计算和标定,从而得到未知的阻抗值。这个值可以在 CRT 上显示出来,或通过 GP-IB 总线送到外部系统。

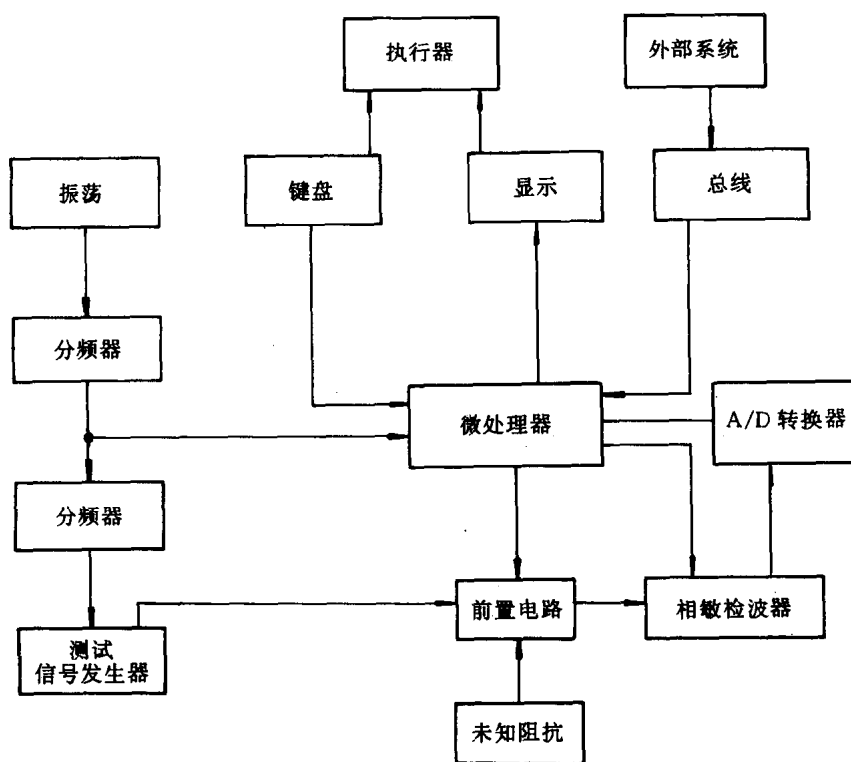


图 1-1 智能阻抗测量仪框图

图 1-2 是一个智能万用表框图,图中 X 、 Y 是被测模拟量, X 量经过 A/D 转换为二进制数码,送往锁存器锁存。因为采用了 12 位 A/D 转换器,所以需要两个八位数字锁存器,然后进入微机数据总线。 Y 量接至电压/频率(V/F)变换器,模拟电压变为对应的脉冲频率,输出的脉冲接至 A/D 转换器的复位端。这样就使待测信号 X 的数值的重复频率与 Y 值成正比。换言之, Y 的大小可以控制 X 值采样的次数。这样 X 数值的和实际上等于模拟量 X 和 Y 的乘积。利用 $X \cdot Y$ 的不定积分,求区间 T 内 $X \cdot Y$ 的平均值,求 $X \cdot Y$ 值可以编成不同的软件,使同一仪表可分别用来测量交流电压、电流、功率和电能等。

图 1-3 是一个智能示波器的框图。模拟电压输入信号经过 A/D 转换后,先在 RAM

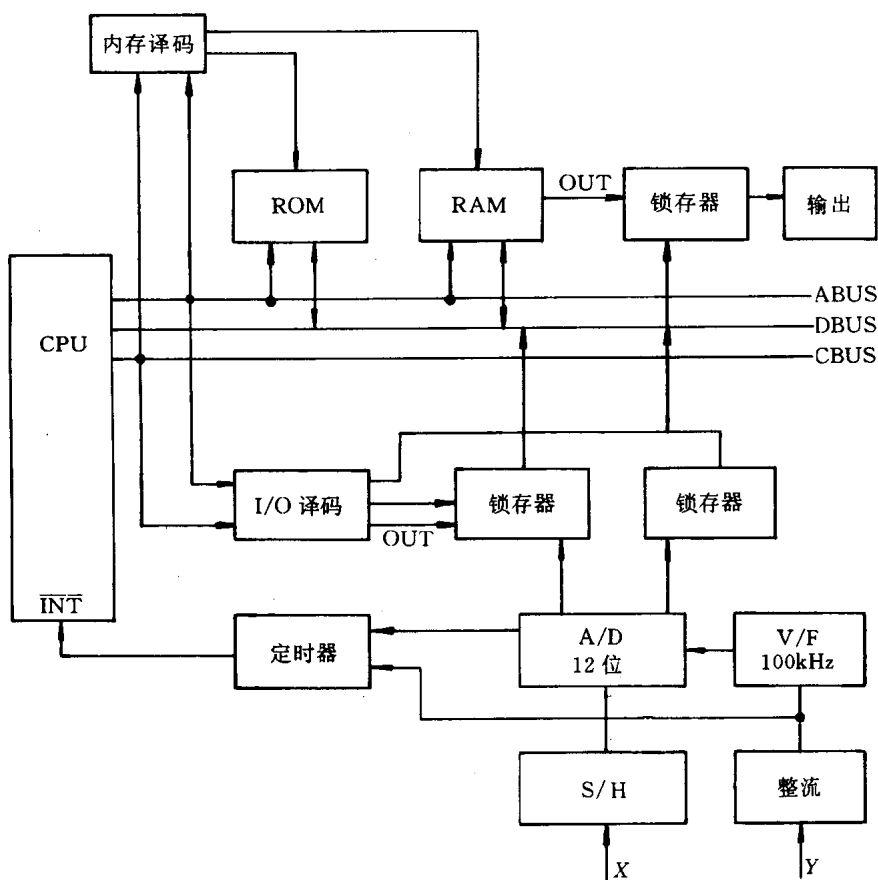


图 1-2 智能万用表框图

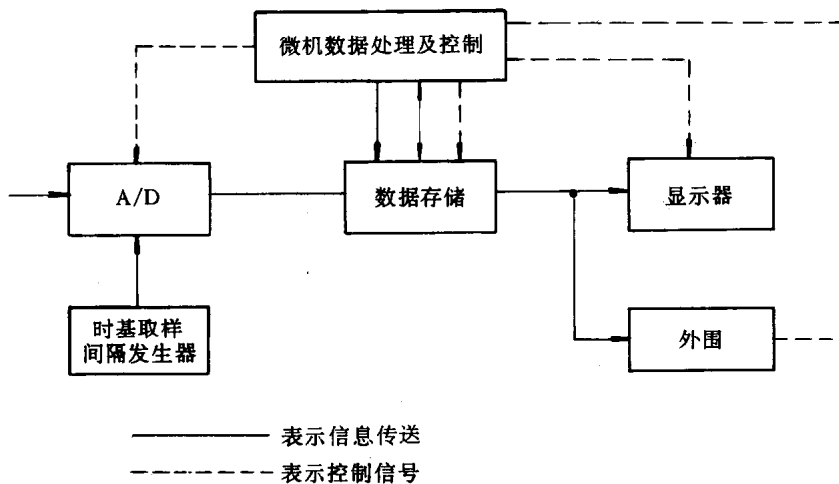


图 1-3 智能示波器框图

中存储,然后经过微机进行数据处理,处理结果再送回 RAM 存储起来,处理后的曲线数据也可以存入 RAM 的另一区段。所谓微机进行数据处理是指进行加、减、乘、除、求平均值、求平方值、求有效值等。仪器的面板上装有许多专门钮和专门键,按某一个键即可将原来采集到的曲线数据进行某种对应的运算,专用钮用来完成亮度等常规调整。如果需要上

面几种运算以外的处理,可以自编好一段程序放在 RAM 中,按下“用户自定义键”即转入执行这一段程序,完成程序中所要求的特殊运算并显示结果。

上面三个例子可以归纳出一个简单智能仪表的完整框图,如图 1-4 所示。

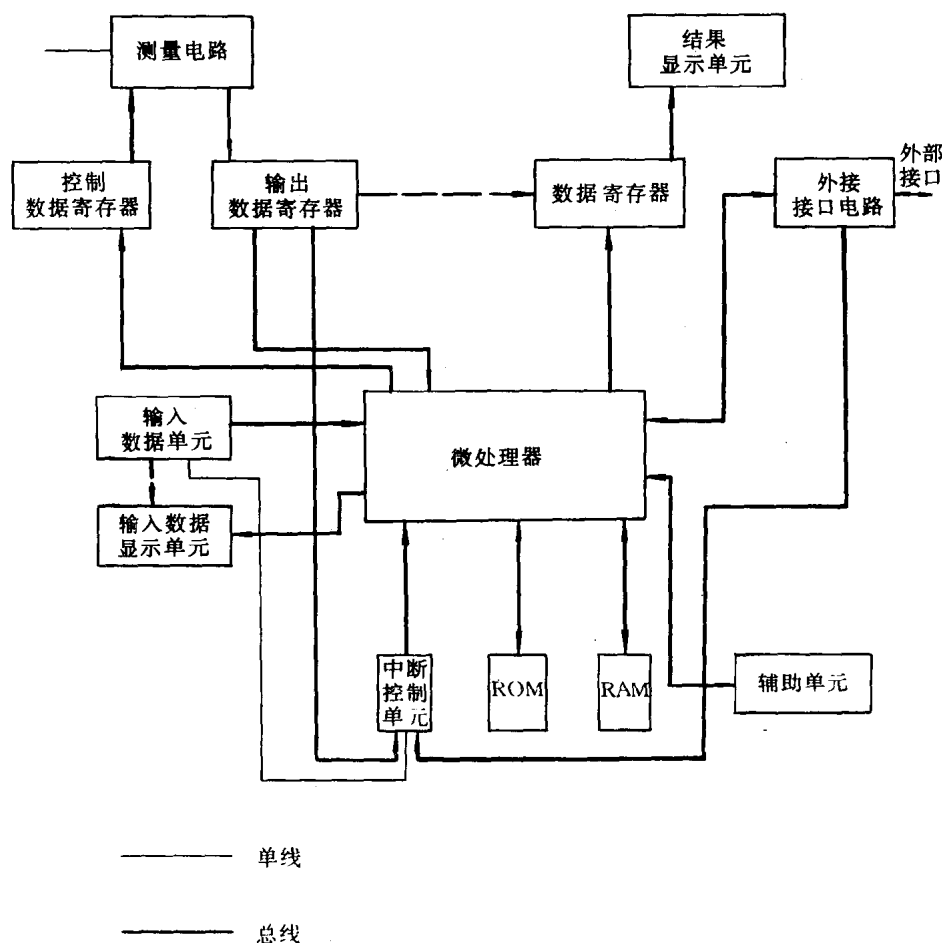


图 1-4 单处理器智能仪表框图

图中测量电路通过可编程控制寄存器和输出数据寄存器与微处理器相连接,这两个寄存器包含了测量结果以及测量电路状态的信息。测量结果可以用阿拉伯数字形式在显示器上显示出来,或用图形方式在示波器上显示以及由打印机打印结果。数字显示时,测量结果可以直接从输出寄存器取出。这种方式通常用于简单的不需要处理测量结果的设备中,设备的工作流程控制依靠存储在 ROM 中的程序来实现。典型的解决方法是用一个功能数字键盘,它可以胜任许多功能,简化了测量设备与执行器的连接。例如,最简单的功能是重复显示数字键按下的数字,使人看到稳定的数字显示,并可以直观地判断输入参数是否有差错;其它的键则一般对应一些仪表的特定功能,每一键对应 ROM 中的一段相应功能程序。

智能仪表通常可看成是一个大系统,由计算机或可编程计算器进行控制,备有 GP-IB 标准总线插座和电路,以便相互连接。其作用是用每个仪表作为一个单元完成自己固定的一些程序,这些程序自动地执行仪器所需的算法或者借助按键转入执行有关的程序段。这

些程序是存储在 ROM 中的,不会丢失。

图 1-4 中微处理器是一个多任务系统,该系统的主要部分是实时处理的(如过程控制或原始数据处理),而其它一些部分没有严格的时间限制。它决定了对软件的实时要求。但在许多场合,若设备较复杂,则这些要求往往难以满足。在许多复杂设备中,往往采用多微处理器分层结构。在这种结构中各处理器执行各自的任務,统一受一个控制处理器监督控制。图 1-5 给出了这种分层结构图。该多处理器系统中有数据处理微处理器、显示结

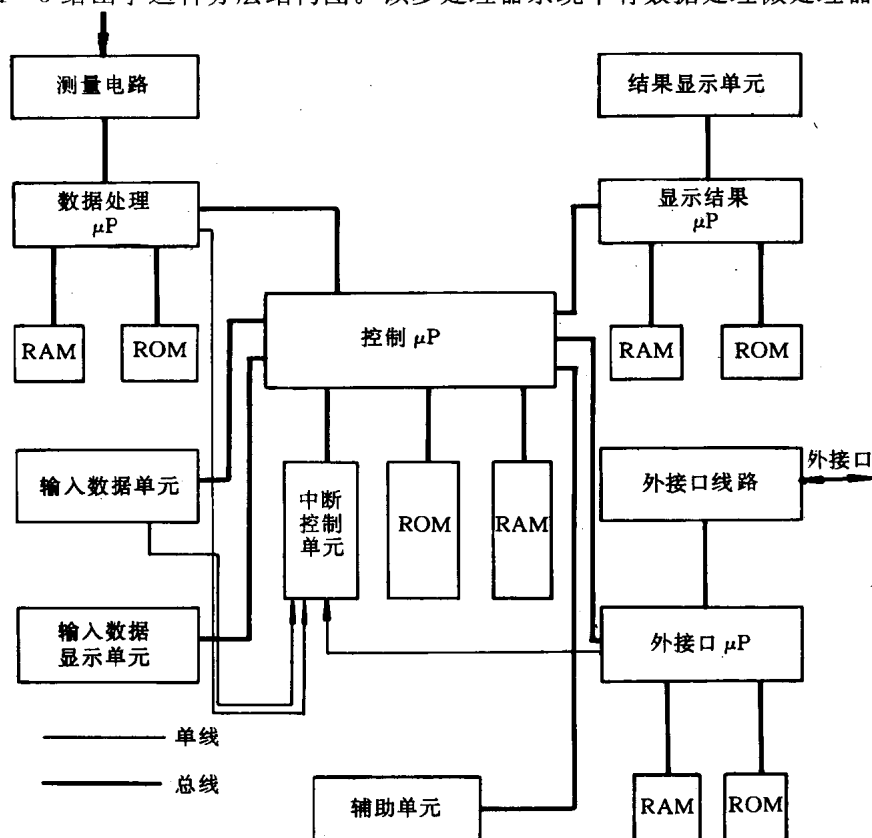


图 1-5 有专用微处理器和控制微处理器的仪表框图

果微处理器和外部接口微处理器。这些是专用微处理器,还有一个中心控制微处理器。由于各处理器都有自己的 ROM 和 RAM 以及接口电路,所以是一个多微机系统。因为各专用微处理器的任务不同,所以可以分别选择最佳结构——软件专用及并行处理,这样可以大大提高系统的效率和灵活性,因此复杂的智能测试装置宜采用这种多处理器系统。

三、智能仪表的基本工作方式

智能仪表有基地和遥控两种工作方式。在基地工作方式时,用户按面板上的键盘向仪器发布各种命令,指示仪器完成各种功能,仪表的控制作用由内含的微处理器统一指挥和操纵。

在遥控工作方式时,用户通过外部的微机来指挥控制仪表,外部微机通过接口总线 GP-IB 来向仪表发布命令和传输数据,仪表根据这些送来的命令完成各种功能,这时面板的键盘不起作用。在有多台仪器的测试与控制系统中,这种方式十分有用,便于构成自动

测试与控制系统。系统连接的仪器可多至近二十台,整个传输距离可达几十米。本书将在有关章节专门讨论这种工作方式。图 1—6 给出了多台仪表的连接图。

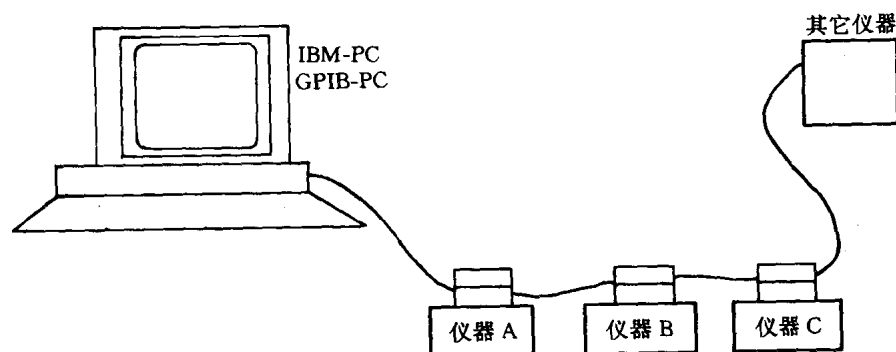


图 1—6 多台仪表的连接

§ 1.2 智能仪表的优点

在前面已谈到了智能仪表的特点,为了更深入从整体了解掌握智能仪表,现将智能仪表的优点分述如下。

一、测量精度高

由于智能仪表的中心控制系统是微机,微机的主频率在 1MHz 以上,即主时钟周期在 $1\mu\text{s}$ 以下,一条指令若平均 4 个字节,也只需执行十几微秒的时间。如果 A/D 变换为几十微秒,这样取一个模拟量进入存储器所需时间在 1ms 以下,即在 1s 内至少可对一个模拟量进行 1000 次测量(更新的芯片出现其采样、存储的时间还可以大量减少)。利用这一点,可以进行快速多次重复测量,然后求其平均值,这就可以排除一些偶然的误差与干扰。例如有一种智能测距仪,它利用红外光束到达目标经反射回来的时间来计算仪器与目标之间的距离。它能进行 2000 次测量,并将这些测量的标准偏差与一个预先规定的界限相比较,其结果可以使长达 1 英里(mile)^①距离的测量误差不超过 1 英寸(in)^② [6]。如果标准偏差能够满足要求,则该仪器计算并显示平均距离,若结果不满足要求,该仪器可将测量的总次数加倍,并且用一个与此测量次数相适应的新界限值来验算标准偏差,看其是否能达到仪器的精度指标。即借助将测量次数重复加倍的方法来不断试验,看是否达到可以接受的标准偏差。测量次数最多可达 32000 次,而所需要的时间不超过 21s,这样以增加测量次数来提高测量精度。除此以外,还可通过数字滤波、剔除粗大误差和随机误差的办法,用智能仪实现,在某些情况下效果更佳。

二、能够进行间接测量

一台智能仪表可以利用内含的微处理器通过测几种容易测量的参数,间接地求出某种难以测量的参数。例如,一台用于体育竞赛(如投掷)项目中测量距离的仪器,倘若从第

① 1mile $\approx$ 1.61km;

② 1in=2.54cm。

三点去测量两点间的距离,就比较方便。如图 1-7 所示,将一个轴角编码器和一台上述的测距仪联合使用,对于 P_1 点能够测得距离 D_1 和相对于任意基准线的角度 θ_1 ,并将测量结果存储在仪器的存储器中;再测量另一点 P_2 ,将得到新测量值 D_2 、 θ_2 ,然后应用“余弦定理”,求出所需的距离 D_3 。

再如电阻和电导的测量。有一些电桥被设计用来测量电导,测电阻时它采用电流测量的方法,把这些测量值用一个十分精密的模拟电路转换为电阻值,因而仪器的成本较高。而在智能电桥中,当已知电导时,只需求出电导的倒数就可以得到电阻值,这对具有运算功能的仪表来说,用软件实现是十分简单的,同样,频率与周期互为倒数,也可相应地照此处理。

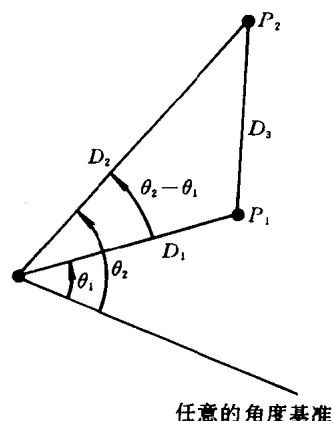


图 1-7 距离的间接测量

三、能够自动校准

一般仪器仪表在使用前都要进行刻度校准,如 PZ8 数字电压表要进行 0V 和 1V 的校准,以保证测量显示数字的正确性。1V 的校准采用一个标准电池 1.00186V,0V 的校准采用接地。但是在使用中随着仪表温度的升高,元件参数往往会发生变化,还有诸如电网干扰、噪声等因素的影响,原来校好的状态受到破坏,导致前后测量的数据不一致。

智能仪表不仅可以自动校准,而且还可在测量过程中定期进行校准,测量的一致性条件较好,减少了误差。图 1-8 给出了自动校准的示意图。该测量电路周期地、自动地从传

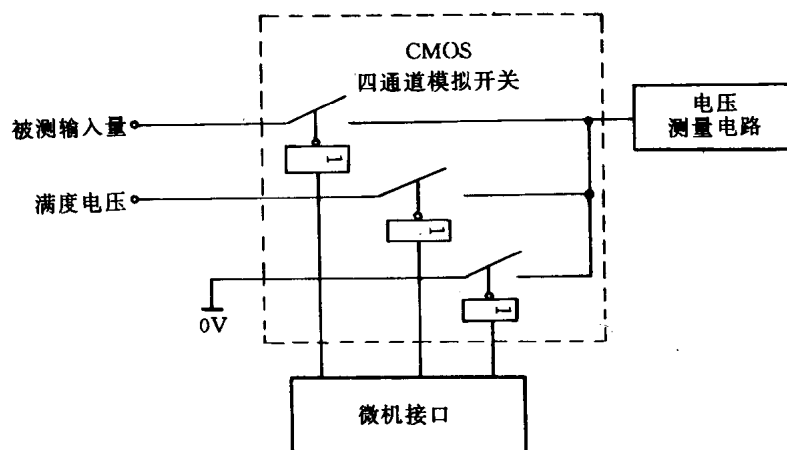


图 1-8 电压输入自动校正

感器输入切换到两个标准输入之一(其中一个是零值;另一个是满度值),测量结果都存储起来。然后对传感器输入信号进行测量,测量的结果都可以用上面校准时测量的误差进行校准(剔除误差)。图中的切换开关用 CMOS 多路开关,微机通过接口连到多路开关,用软件编程就可以控制多路开关的切换。

以可自动校准的数字智能电压表为例来说明这种自校准功能。电压表一接通电源就开始自校准,以后每进行 100 次或 1000 次测量就进行一次自校准,这些测量值以表的形

式存放在存储器中,它们可以确定对零值的偏差和电压表每个分量程的满度值偏差,测量结果应用微处理器按式(1-1)进行计算

$$W_c = [\pm (|W_m| - 200) \cdot X] \cdot Y \quad (1-1)$$

式中, W_m 是未经校准过的测量值; W_c 是经过校准后的测量值; X 和 Y 是对应该指定功能的校准系数,它们由自动校准来确定。

四、具有自动修正误差的能力

实时地修正测量误差是较为复杂的功能,引起误差的因素很多,如直流电压或交流电压的波动,直流零漂,交换器零漂等。

图1-9阐述了网络干扰测量方法,并与经典的使用积分器的方法作了比较。积分电路的选通需要恒定参数脉冲和选用精密积分电路(由式 $U_{DC} = \int U_{IN} dt$ 可知),使用微处理器可以补偿网络的干扰,它是用两个测量显示值(干扰过程的半周期)计算一个平均值的方法来得到 U_{DC} 的($U_{DC} = \frac{1}{2}(U_1 + U_2)$)。

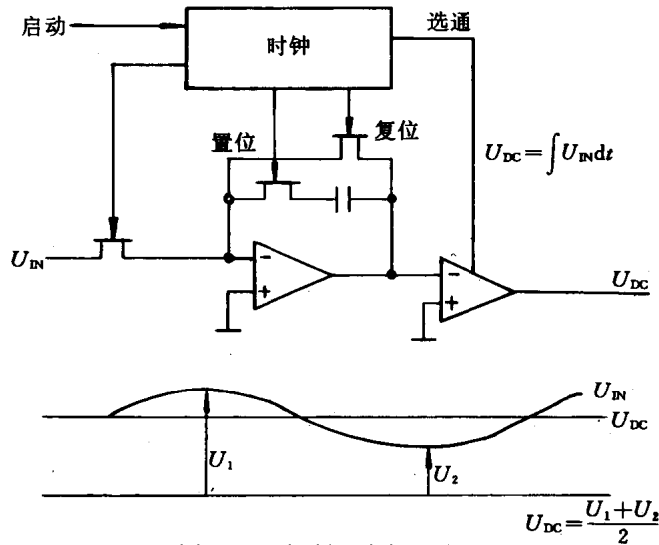


图1-9 抑制噪声的平均法

在测量电路中(如温度计电路),当敏感元件采用热电偶时,就会出现非线性特性,在智能温度计中只要编入相应的子程序就可修正这种非线性误差。

五、具有自诊断能力

智能仪表若发生了故障,可以自检出来,仪表本身还能协助诊断发生故障的根源。在自诊过程中,将决定测试操作顺序的程序先固化在微机的ROM中,程序的核心是把检测各功能部件上的输出信号与正确的额定信号进行比较,发现不正确的信号就以明显的警报形式提供给使用者。例如,智能集成电路测试仪就能够处理集成电路测试中存在的三个出错变量(来自测试仪)。仪表通过一个光电卡片阅读器读入的程序来自测试组件。每次装入程序后,在测试集成电路组件之前,测试仪先执行一段自检程序,对其本身及程序数据进行测试,然后再测试组件。这样就能分清楚是仪表本身的毛病还是组件的问题。仪表