



教育部职业教育与成人教育司推荐教材
(五年制) 高等职业教育电子信息类教学用书

21世纪高职高专系列规划教材

智能仪表技术

柳桂国 葛鲁波 编著



北京师范大学出版社

21世纪高职高专系列规划教材

大学语文(修订版)

高等数学(修订版)

英语(1)学生用书

英语(1)教师用书(配磁带)

英语(2)学生用书

英语(2)教师用书(配磁带)

高等数学(理工类)

机械制图(另有习题集)

大学物理

大学物理实验

计算机文化基础教程

应用文写作

计算机应用基础

计算机应用基础实验与习题

高职心理健康阳光教育(学生用书)

高职心理健康阳光教育(教师用书)

电路基础

传感器原理与应用

电工技术综合实训

电子技术综合实训

高频电子技术

模拟电子技术

数字电路技术

电工与电子技术

电子技术

电工基础

可编程控制器原理、应用与实训

 智能仪表技术

自动检测及转换技术

机械制造技术

数控中级工认证强化实训

数控机床

数控加工编程与操作

CAD/CAM应用

金工实习

模具设计与制造基础

机械设计基础

C语言教程

Visual Basic 6.0语言教程

AutoCAD2004 应用教程

PhotoShop7.0 应用教程

计算机网络技术

计算机组装与维护教程

单片机实用技术教程(含教师用光盘)

微机原理及接口技术

软件工程与项目管理

电子商务

汇编语言程序设计

C++语言教程

SQL Server教程

Oracle9i基础教程

JAVA语言教程

多媒体技术教程

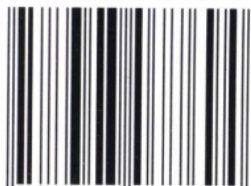
网站设计与开发

Protel2002教程

责任编辑 周光明

封面设计 孙琳

ISBN 7-303-07769-3



9 787303 077694 >

ISBN 7-303-07769-3 / G · 5995

定价: 22.00元

教育部职业教育与成人教育司推荐教材
21世纪高职高专系列规划教材

智能仪表技术

柳桂国 葛鲁波 编著

 北京师范大学出版社

内容简介

本书围绕仪表的智能特点,介绍实现这种特点的硬件电路和软件的主要设计流程与方法。为了掌握这些方法,具体介绍在过程控制中智能仪表设计的典型案例,做到从实际应用出发,又回到实际应用中去的的要求。实际应用中的抗干扰措施,以及近几年来现场总线技术、软测量技术、多传感器信息融合技术及网络仪表技术在智能仪表中的应用所出现的一些智能仪表设计的新技术、新方法,力求让读者了解智能仪表的发展趋势。

本书深入浅出,淡化理论,突出工程应用,适合作为高职高专自动化及相关专业的教材或教学参考书,也可供从事仪器仪表、自动控制及测控工作的工程技术人员的参考。

图书在版编目(CIP)数据

智能仪表技术/柳桂国,葛鲁波编著. —北京:北京师范大学出版社, 2005.9

(21世纪高职高专系列规划教材)

ISBN 7-303-07769-3

I. 智… II. 柳… III. 智能仪器—高等学校:技术学校—教材 IV. TP216

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2005) 第 107412 号

北京师范大学出版社出版发行

(北京新街口外大街 19 号 邮政编码:100875)

<http://www.bnup.com.cn>

出版人:赖德胜

北京东方圣雅印刷有限公司印刷 全国新华书店经销

开本:185mm×260mm 印张:16 字数:338 千字

2005 年 10 月第 1 版 2005 年 10 月第 1 次印刷

印数:1~3 000 册 定价:22.00 元

出版说明

随着我国经济建设的发展,社会对技术型应用人才的需求日趋紧迫,这也促进了我国职业教育的迅猛发展,我国职业教育已经进入了平稳、持续、有序地发展阶段。为了适应社会对技术型应用人才的需求和职业教育的发展,教育部对职业教育进行了卓有成效的改革,职业教育与成人教育司、高等教育司分别颁布了调整后的中等职业教育、高等职业教育专业设置目录,为职业学校专业设置提供了依据。教育部连同其他五部委共同确定数控技术应用、计算机应用与软件技术、汽车运用与维修、护理等四个专业领域为紧缺人才培养专业,选择了上千家高职、中职学校和企业作为示范培养单位,拨出专款进行扶持,力争培养一批具有较高实践能力的紧缺人才。

职业教育的快速发展,也为职业教材的出版发行迎来了新的春天和新的挑战。教材出版发行为职业教育的发展服务,必须体现新的理念、新的要求,进行必要的改革。为此,在教育部高等教育司、职业教育与成人教育司、北京师范大学等的大力支持下,北京师范大学出版社在全国范围内筹建了“全国职业教育教材改革与出版领导小组”,集全国各地上百位专家、教授于一体,对中等职业、高等职业文化基础课、专业基础课、专业课教材的改革与出版工作进行深入地研究与指导。2004年8月,“全国职业教育教材改革与出版领导小组”召开了“全国有特色高职教材改革研讨会”,来自全国20多个省、市、区的近百位高职院校的院校长、系主任、教研室主任和一线骨干教师参加了此次会议。围绕如何编写出版好适应新形势发展的高等职业教育教材,与会代表进行了热烈的研讨,为新一轮教材的出版献计献策。这次会议共组织高职教材50余种,包括文化基础课、电工电子、数控、计算机教材。其特点如下:

1. 紧紧围绕教育改革,适应新的教学要求。教育部等六部委联合发文确定紧缺型人才培养战略,并明确提出了高等职业教育将从3年制逐渐向2年制过渡。过渡时期具有新的教学要求,这批教材是在教育部的指导下,针对过渡时期教学的特点,以2年制为基础,兼顾3年制,以“实用、够用”为度,淡化理论,注重实践,消减过时、用不上的知识,内容体系更趋合理。

2. 教材配套齐全。将逐步完善各类专业课、专业基础课、文化基础课教

材,所出版的教材都配有电子教案,部分教材配有电子课件和实验、习题指导。

3.教材编写力求语言通俗简练,讲解深入浅出,使学生在理解的基础上学习,不囫圇吞枣,死记硬背。

4.教材配有大量的例题、习题、实训,通过例题讲解、习题练习、实验实训,加强学生对理论的理解以及动手能力的培养。

5.反映行业新的发展,教材编写注重吸收新知识、新技术、新工艺。

北京师范大学出版社是教育部职业教育教材出版基地之一,有着近20年的职业教育出版历史,具有丰富的编辑出版经验。这批高职教材是针对2/3年制编写的,同时也向教育部申报了“2004—2007年职业教育教材开发编写规划”,部分教材通过教育部审核,被列入职业教育与成人教育司5年制高职推荐教材。我们还将开发电子信息类的通信、机电、电气、计算机等其他专业,以及工商管理、财会等方面教材,希望广大师生积极选用。

教材建设是一项任重道远的工作,需要教师、专家、学校、出版社、教育行政部门的共同努力才能逐步获得发展。我们衷心希望更多的学校、更多的专家加入到我们的教材改革出版工作中来,北京师范大学出版社职业与成人教育事业部全体人员也将备加努力,为职业教育的改革与发展服务。

全国职业教育教材改革与出版领导小组
北京师范大学出版社

参加教材编写的单位名单

(排名不分先后)

沈阳工程学院

山东劳动职业技术学院

济宁职业技术学院

辽宁省交通高等专科学校

浙江机电职业技术学院

杭州职业技术学院

西安科技大学电子信息学院

西安科技大学机械学院

天津渤海职业技术学院

天津渤海集团公司教育中心

连云港职业技术学院

景德镇高等专科学校

徐州工业职业技术学院

广州大学科技贸易技术学院

江西信息应用职业技术学院

浙江商业职业技术学院

内蒙古电子信息职业技术学院

济源职业技术学院

河南科技学院

苏州经贸职业技术学院

浙江工商职业技术学院

温州大学

四川工商职业技术学院

常州轻工职业技术学院

河北工业职业技术学院

太原理工大学轻纺学院

浙江交通职业技术学院

保定职业技术学院

绵阳职业技术学院

北岳职业技术学院

天津职业大学

北京轻工职工职业技术学院

石家庄信息工程职业学院

襄樊职业技术学院

九江职业技术学院

青岛远洋船员学院

无锡科技职业学院

广东白云职业技术学院

三峡大学职业技术学院

西安欧亚学院实验中心

天津机电职业技术学院

漯河职业技术学院

济南市高级技工学校

沈阳职业技术学院

江西新余高等专科学校

赣南师范学院

前 言

智能仪表,一般指用单片机设计仪表,从而使仪表在准确度、灵敏度、可靠性、自动化程度、运算功能等方面得到提高。根据我国学者罗公亮、卢强的观点,只要系统能够自动地(即不需要在线的人工干预)实现一定的功能,而这种功能原来是需要人通过比较复杂的脑力劳动才能实现的,就可以说系统具有了一定程度的智能。整个自动化技术的发展,就是在不断地追求和提高系统的这种智能,使人的在线干预程度在越来越大的范围内逐渐降低以致消除,或者使这种干预变得更为简便有效,从而提高生产和工作的效率与质量。因此,这种智能与智能仪表中的智能有相当大的差距,但是,随着大规模集成电路和计算机技术的迅速发展,以及人工智能向测控技术的移植或应用,智能仪表中的智能程度将会有更大的提高。测量仪表以智能化为先导,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。

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,尤其是近几年来积累了许多宝贵经验。本书在编写过程中不仅注意吸取国外的先进技术,也注意结合我国的实际情况,力求使读者能对智能仪表技术有一个系统的、具体的了解。书中主要介绍了智能仪表的硬件电路设计和软件设计,简要介绍了抗干扰措施以及近几年来出现的现场总线技术、软测量技术、多传感器信息融合技术及网络仪表技术等,在智能仪表设计所出现的一些新技术、新方法,还具体介绍了智能仪表的设计及其应用实例,以供广大读者参考。

为了便于高职高专的教学需要,本书在编写过程中注意到以下几点:

- (1)够用为度,淡化理论,注重实践;
- (2)基本内容适合两年制的教学,带*内容供三年制选用;
- (3)反映新技术、新成果。

本书内容浅显易懂,理论联系实际,适于自学,可作为高职高专自动化及相关专业的教材或教学参考书,也可供从事仪器仪表、自动控制及测控工作的工程技术人员参考。

本书由浙江工商职业技术学院柳桂国、葛鲁波编著。华东理工大学工业自动化国家工程研究中心上海分中心主任黄道教授,华东理工大学信息工程学院俞金寿教授、顾幸生教授、帅典勋教授、林家骏教授为本书的编写提出了许多宝贵意见,在此一并表示感谢。感谢作者的同学——博士研究生黄海燕、柳贺、张蕙娣提供的帮助。温州大学尤佳老师参加了大纲的讨论,在此表示感谢。

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,或直接发送电子邮件至 Taiyl@nbip.net。

编 者
2005年5月

目 录

第 1 章 智能仪表概述	(1)
1.1 什么是智能仪表	(1)
1.1.1 智能仪表的特点	(1)
1.1.2 智能仪表原理框图	(2)
1.1.3 智能仪表的基本工作方式	(5)
1.2 智能仪表的特点	(6)
1.3 智能仪表的发展概况及设计思想	(9)
1.3.1 智能仪表的发展概况	(9)
1.3.2 智能仪表的设计思路	(11)
本章小结	(12)
习题与思考题	(12)
第 2 章 智能仪表硬件电路设计	(13)
2.1 微处理器的选择原则	(13)
2.2 MCS-51 单片机的使用方法	(15)
2.2.1 MCS-51 单片机的结构	(15)
2.2.2 MCS-51 单片机的分类与选型	(16)
2.2.3 存储器	(17)
2.2.4 输入/输出	(22)
2.2.5 定时/计数器	(23)

2.2.6 串行口	(23)
2.2.7 中断系统	(23)
2.3 存储器的选择及主机电路设计	(25)
2.3.1 存储器的选择	(25)
2.3.2 主机电路的设计	(26)
2.3.3 主机电路设计实例	(28)
2.4 外部设备的选择和电路设计	(29)
2.4.1 外部设备概述	(29)
2.4.2 模拟量输入通道	(30)
2.4.3 模拟量输出通道	(39)
2.4.4 开关量输入/输出通道	(44)
2.4.5 显示器	(46)
2.4.6 键盘	(52)
2.4.7 打印机	(58)
2.5 智能仪表的通信接口电路	(62)
2.5.1 并行通信接口	(63)
2.5.2 串行通信接口	(70)
2.5.3 设计实例	(78)
本章小结	(82)
习题与思考题	(84)
第 3 章 智能仪表的软件设计	(85)
3.1 软件设计概述	(85)
3.1.1 软件设计过程	(85)

3.1.2 软件设计方法	(89)	4.4.3 故障追踪定位诊断	(151)
3.2 监控程序设计	(91)	* 4.5 测量过程自动化和实时控制	(156)
3.2.1 设计原则	(91)	4.5.1 测量过程自动化 ...	(156)
3.2.2 监控程序的设计方法	(92)	4.5.2 实时控制	(159)
3.3 测量算法及其编程 ...	(104)	本章小结	(159)
3.3.1 数字滤波	(104)	习题与思考题	(160)
3.3.2 线性化处理	(113)	第5章 智能仪表的抗干扰技术	(161)
3.3.3 软件标定	(118)	5.1 干扰的产生与耦合 ...	(161)
本章小结	(120)	5.2 智能仪表抗干扰硬件措施 ...	(163)
习题与思考题	(120)	5.2.1 共模干扰与串模干扰	(164)
第4章 智能仪表的典型功能	(121)	5.2.2 共模干扰的抑制 ...	(167)
4.1 智能仪表量程的自动选择 ...	(121)	5.2.3 串模干扰的抑制 ...	(171)
4.1.1 量程自动选择的原理	(121)	5.2.4 几种模入信号的抗干扰处	(172)
4.1.2 量程自动选择的基本方法	(122)	理方法	(172)
4.2 增益的自动转换	(127)	5.2.5 掉电保护	(176)
4.2.1 模拟通道增益的自动转换	(127)	5.2.6 印刷电路板抗干扰设计 ...	(177)
4.2.2 数字通道增强的自动转换	(128)	5.3 智能仪表抗干扰的软件措施	(179)
4.3 零点漂移和增益的自校正 ...	(130)	本章小结	(186)
4.3.1 智能仪表的自调零	(130)	习题与思考题	(187)
4.3.2 增益的自校正	(133)	第6章 智能仪表设计与调试	(188)
4.4 智能仪表的自诊断处理	(134)	6.1 智能温控仪	(188)
4.4.1 智能仪表故障自诊断概述	(134)	6.1.1 技术指标	(188)
4.4.2 智能仪表中电路部件的故		6.1.2 控制方案	(188)
障诊断	(136)	6.1.3 软件设计	(191)
		6.2 智能仪表设计与调试的一般	(199)
		方法	(199)
		6.2.1 确定任务	(200)

6.2.2 总体设计	(200)	7.2 软测量技术	(220)
6.2.3 硬件设计	(200)	7.2.1 软测量技术的工业背景·····	(220)
6.2.4 软件设计	(202)	7.2.2 软测量技术的基本方法·····	(221)
6.2.5 系统调试	(202)	7.2.3 软测量模型的建立方法·····	(225)
6.3 课程设计	(203)	7.2.4 软测量技术的应用场合·····	(228)
6.3.1 设计要求	(203)	7.3 多传感器信息融合技术·····	(229)
6.3.2 设计方案	(203)	7.3.1 基本原理、融合过程及关键技术·····	(230)
6.3.3 硬件设计	(204)	7.3.2 信息融合系统的结构·····	(232)
6.3.4 软件设计	(205)	7.4 网络化仪表技术	(234)
本章小结·····	(209)	7.4.1 概述	(234)
习题与思考题·····	(209)	7.4.2 网络化测试系统的构成方法·····	(236)
* 第7章 智能仪表新技术简介	(210)	7.4.3 网络化仪表	(239)
7.1 现场总线技术	(210)	本章小结·····	(242)
7.1.1 现场总线的本质含义·····	(211)	习题与思考题·····	(242)
7.1.2 现场总线的特点 ···	(213)	参考文献·····	(243)
7.1.3 现场总线的基本设备·····	(215)		
7.1.4 现场总线的体系结构和各层功能·····	(216)		
7.1.5 现场总线控制系统·····	(219)		
7.1.6 现场总线技术的发展趋势·····	(220)		

第1章 智能仪表概述

本章要点

1. 什么是智能仪表;
2. 智能仪表的特点;
3. 智能仪表的发展概况及设计思想。

1.1 什么是智能仪表

1.1.1 智能仪表的特点

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、功率表及简单的非电量检测仪表和显示仪表等。这些仪表的基本结构是电磁式和力学式的,是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的。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,如数字频率计、数字功率计、数字万用表及数字式测试仪表和数字式显示仪表等。此类仪表的基本原理是将模拟量转化为数字量,并把测量值以数字形式显示或打印。第三代仪器仪表国际上通称微机化仪表(Microcomputer Instrumentation),这类仪表内嵌微机(大多使用单片机),其功能由软、硬件相结合来完成,一般装有通用接口,利用通用接口总线与其他智能仪表或测试系统进行数据交换,从而实现在线信号检测、采集与存储,以及离线处理与分析。

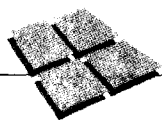
智能仪表概括起来有以下几个特点。

1. 智能仪表已成为一种在线的、过程化的系统与装置

智能传感器和多参数融合传感器的问世,使检测动态参数的单一性、低精度、低灵敏度等许多缺点得到了根本性的改善,仪表不再停留在只是检测生产过程状态的一种简单装置,而成为从检测信号到信号处理、分析,发展到控制、调节及显示的一种在线的、过程化的系统与装置。从广义上讲,机器就是一个广义的智能仪表,至少应该说是一种智能仪表的群体结构。

2. 智能仪表可通过编程实现各类功能

智能仪表的许多功能可以用软件来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存放在某一寄存器中,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,



而用软件只需编写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。如果代之以硬件,就需要一大套控制和定时电路。所以,智能仪表可通过编程实现各类功能。

3. 智能仪表具有记忆能力

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。但微机引入仪表后,由于随机存储器(RAM)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他形式的处理。例如,普通示波器只能显示当前时刻的信号波形,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只读存储器(ROM)中或存入软盘,以待下次实验时调用这些信息数据。

4. 智能仪表具有计算功能

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,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、将结果加上或减去一个常量、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。

5. 智能仪表具有数据处理功能

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,还可以向仪表引入专家系统,对仪表的检测结果做出处理意见。

6. 智能仪表具有自校正、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点漂移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;应用工人智能技术,智能仪表还具有自学习、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、模糊控制及复杂的 PID 控制等问题,都能通过应用智能仪表技术得到满意的解决。

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。

1.1.2 智能仪表原理框图

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

所示为智能阻抗测量仪的框图。该仪器借助 GP-IB 接口总线与其他系统连接,允许上位机对其控制。工作原理如下:振荡器分频后提供标准时钟信号,测试信号发生器输出信号施加到一个未知的阻抗和一个标准的阻抗上,未知阻抗和标准阻抗输出信号到前置电路,前置电路的输出信号与阻抗上的电压成正比,前置电路的输出信号被送到相敏检波器,这样被测阻抗对应的交流输入电压变换为直流输出电压,再经过模/数(A/D)转换器进行模数转换,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。

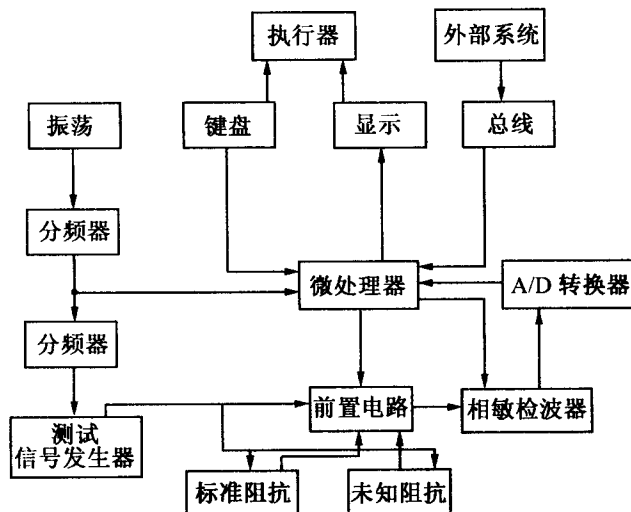


图 1-1 智能阻抗测量仪框图

图 1-2 所示为一个智能万用表框图。图中, x, y 是被测模拟量, x 经过采样保持器(S/H)和 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 8 位数字锁存器, 然后进入微机数据总线 DBUS。 y 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 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 值的和实际上等于模拟量 x 和 y 的乘积。根据被测量的物理定义, 通过编制不同的软件, 使同一仪表可分别测量交流电压、电流、功率和电能等。

图 1-3 所示为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 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按钮(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, 专用按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 ROM 中, 按下“用户自定义”键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。

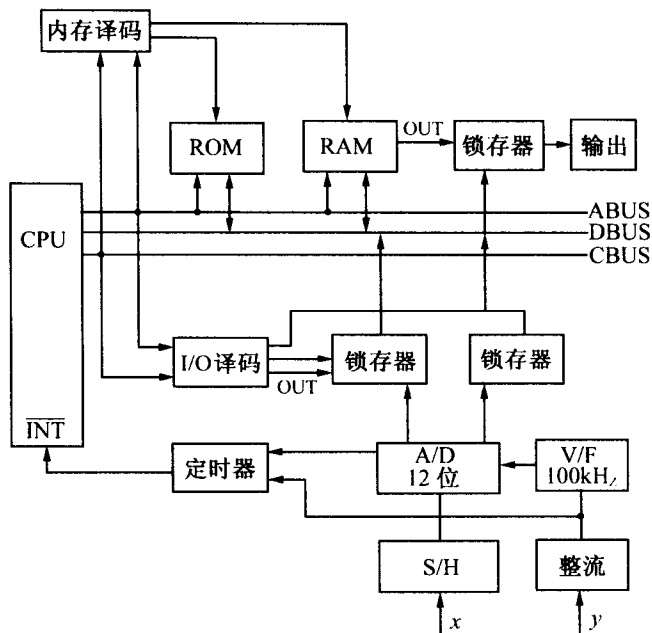


图 1-2 智能万用表框图

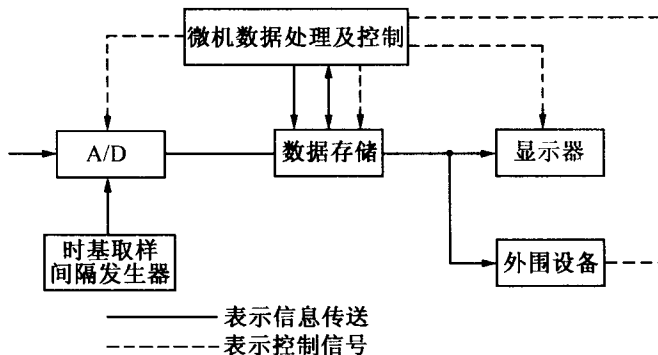


图 1-3 智能示波器框图

上面 3 个例子可以归纳出一个简单的智能仪表的完整原理框图,如图 1-4 所示。图中被测信号通过测试电路和接口电路与微机系统相连接,微机系统由微处理器、ROM、RAM 所组成。键盘和显示器是人机接口的 2 个主要部分,功能的选择、初试数据的输入通过键盘实现,测量结果通过显示器显示出来,或用图形方式在示波器上显示以及由打印机打印。智能仪表的工作流程依靠存储在 ROM 中的程序来实现。由图可知,智能仪表与一般微机系统的差别在于它多了一个“专用的外围设备”——测试电路和一个与外界通讯的 GP-IB 接口。因此,从仪表的观点看,微处理器及其支持部件是整个智能仪表的组成部分。从微机系统的观点看,测试部分是微机系统的

一个专用外围设备。

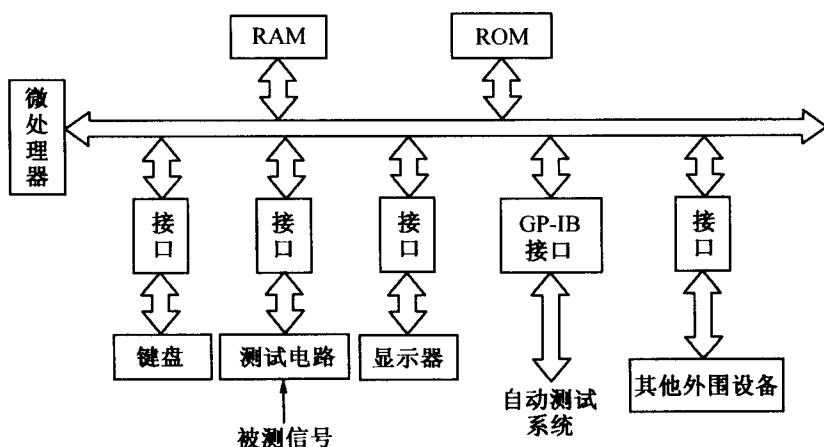


图 1-4 智能仪表原理框图

1.1.3 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。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。

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 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 20 台,整个传输距离可达几十米。图 1-5 所示为多台仪表的连接图。

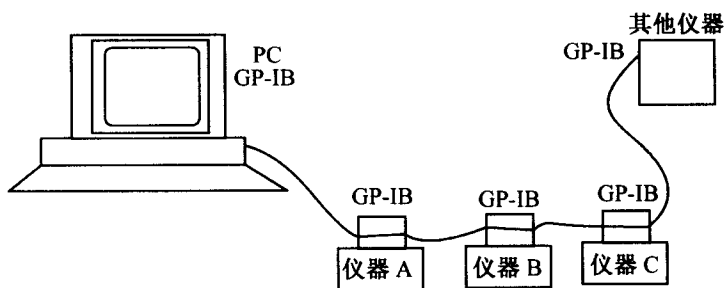
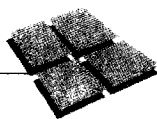


图 1-5 多台仪表的连接图

1.2 智能仪表的特点

为了从整体上深入了解掌握智能仪表,现将智能仪表的特点分述如下。



1. 测量精度高

智能仪表的核心是微机,而微机的运行速度往往是很高的,在不影响实时性要求的情况下,可以增加测量次数来提高测量精度。如果微机的主频率在 1MHz 以上(实际微机的主频远大于 1MHz),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 转换为几十微秒,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。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,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 3000 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)距离的测量误差不超过 1 英寸(in)。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。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,在某些情况下效果更佳。

2. 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,软测量方法就是根据这一思路提出来的。例如,一台用于体育竞赛(如投掷)项目中测量距离的仪器,将一个轴角编码器和一台上述的测距仪联合使用,如图 1-6 所示,对于 P_1 点能够测得的距离 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 。

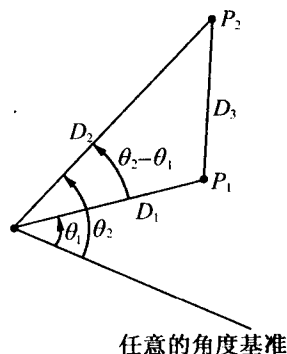


图 1-6 距离的间接测量

再如电阻和电导的测量。有一些电桥被设计用来测量电导,测电阻时采用电流测量的方法,使用一个十分精密的模拟电路把测量电导转换为电阻值,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。

3. 能够自动校正

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 的校正,以保证测量显示数字的正确性。1V 的校正采用一个标准电池 1.00186V 的校准,0V 校正采用接地。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,使原来校好的状态受到破坏,导致前后