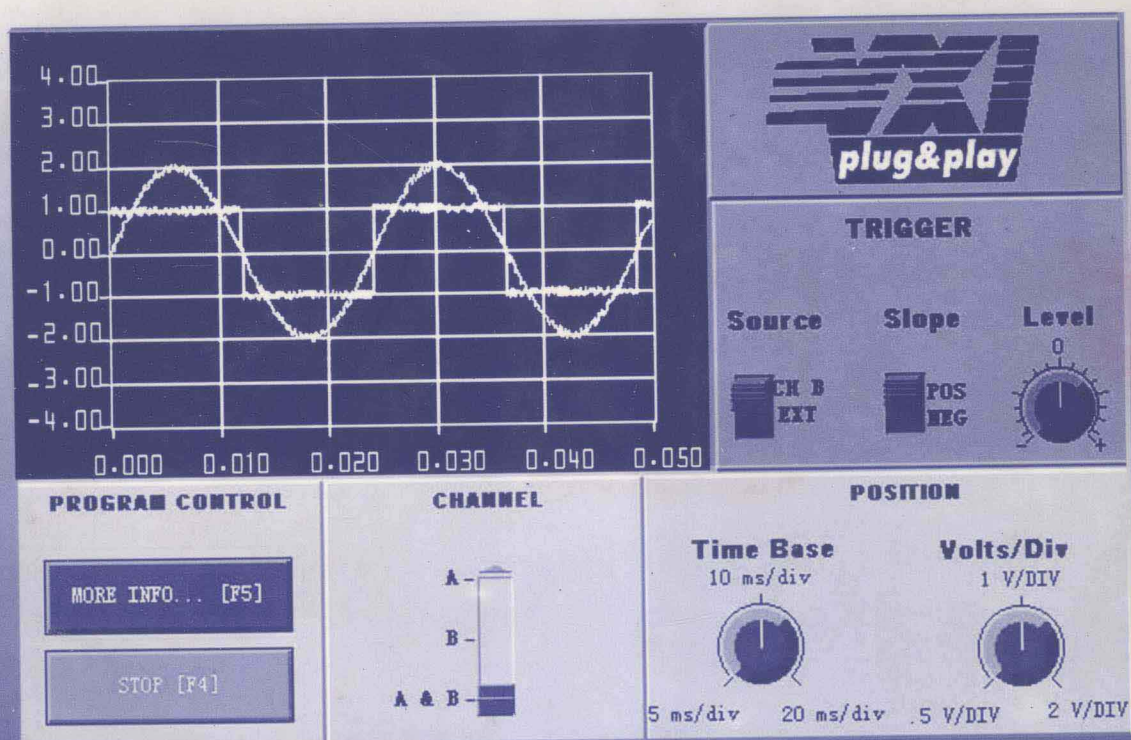


# 智能仪器

主 编：付 萍

副主编：赵孔新

刘君义



吉林科学技术出版社

# 智能仪器

主 编 付 萍  
副主编 赵孔新 刘君义

吉林科学技术出版社

智能仪器

付萍 主编

---

责任编辑:单书健

封面设计:吴霜

---

出版 吉林科学技术出版社 787×1092毫米 16开 416.000字 17.125印张  
发行 2001年4月第1版 2001年4月第1次印刷  
印刷 长春市华星印刷厂 ISBN 7-5384-2389-3/TH·23 定价:25.00元  
地址 长春市人民大街124号 邮编 130021 电话 5635177 传真 5635185  
电子信箱 JLKJCBS@public.cc.jl.cn

---

## 内容简介

本书系统地论述了智能仪器的功能、原理及设计方法。作为自动测试系统的某一组件或独立工作于信息领域的某一智能设备——智能仪器,本书首先从独立的智能设备的角度,论述了它的基本原理、设计基础、接口技术、典型功能及设计举例;从组建自动测控系统的角度,详细论述了标准接口总线,对目前在自动测试系统、仪器仪表领域广泛应用的 GPIB、VXI、PCI 总线的标准及应用,进行充分的讨论;本书在第 7 章介绍了在仪器仪表领域出现的一种全新概念的新型仪器——虚拟仪器(个人仪器)。各章后附有思考题及习题,便于自学。

本书注重在仪器仪表领域新器件、新技术的引入及应用讨论,具有一定的先进性、实用性和科学性。

本书适用于电子信息类研究生、高年级本科生做教科书和参考书,也可供从事科研和技术开发的人员参考。

## 前 言

在当今信息时代，人类要获取和处理任何一种信息，都愈来愈依赖于获取和处理信息的智能化程度。从获得物理诺贝尔奖的百分比来看，百分之五十以上是属于信息处理——新的仪器或测试手段方面的发明创造。可以说：仪器仪表的装备水平在很大程度上反映了一个国家的生产力发展和现代化水平。

70年代以来，随着微型计算机的发展和广泛应用，在测试技术领域出现了突破传统概念的以微型计算机为内核的仪器仪表——智能仪器。智能仪器是微型计算机技术与测试技术的有机结合，发展异常迅速，已成为现代仪器仪表技术发展的主流。了解及熟悉这类仪器的发展、设计思想及工作原理，是十分重要且必要的。

本书是编者在多年教学和研制开发智能仪器中的经验体会的基础上，不断修改撰写而成。本书首先从独立的智能设备的角度，论述了智能仪器的设计基础、输入输出通道、接口技术、典型功能及设计举例；从组建自动测控系统的角度，详细论述了标准接口总线，对目前在自动测试系统、仪器仪表领域广泛应用的 GPIB、VXI、PCI 总线的标准及应用，进行了充分的讨论；还介绍了在仪器仪表领域出现的一种全新概念的新型仪器——虚拟仪器（个人仪器）。全书注重在仪器仪表领域新器件、新技术的引入及应用讨论，具有一定的先进性和实用性。

本书由吉林大学付萍教授担任主编，吉林工学院赵孔新副教授、吉林职业师范学院刘君义副教授担任副主编；其中第1章、第2章、第6章由付萍编写，第5章、第7章、第8章及第3章2节由赵孔新编写，第3章（3.2节除外）、第4章由刘君义编写。在本书的编写及出版过程中得到了吉林工学院王宏志教授的支持与帮助，在此表示谢意。

限于水平，书中错误及疏漏之处难免，祈盼广大读者批评指正。

编 者

# 目 录

<b>1 概 论</b> .....	1
1.1 智能仪器的定义及组成 .....	1
1.2 智能仪器的性能优势 .....	2
1.3 智能仪器的发展 .....	3
1.4 智能仪器分类 .....	5
思考题与习题 .....	7
<b>2 智能仪器设计原理</b> .....	8
2.1 智能仪器设计原则和步骤 .....	8
2.2 微处理机的选择 .....	12
2.3 存储器的选择 .....	19
2.4 智能仪器的典型软件结构 .....	29
思考题与习题 .....	30
<b>3 智能仪器的输入输出通道</b> .....	31
3.1 数字量输入输出通道 .....	31
3.2 模拟信号调理电路 .....	33
3.3 D/A 转换器及其接口 .....	43
3.4 A/D 转换器及其接口 .....	53
3.5 采样/保持器和模拟开关 .....	69
3.6 模拟量输入输出通道 .....	72
思考题与习题 .....	76
<b>4 智能仪器接口技术</b> .....	78
4.1 智能仪器的输入设备 .....	78
4.2 智能仪器的输出设备 .....	83
4.3 智能仪器的键盘显示器接口 .....	115
4.4 智能仪器的语音功能 .....	121
思考题与习题 .....	124
<b>5 智能仪器的典型功能及实现</b> .....	126
5.1 自动校正功能 .....	126
5.2 自动故障与状态检验功能 .....	128
5.3 程控功能 .....	132
5.4 测量数据的处理与分析 .....	138
5.5 可靠性及容错 .....	150
5.6 波形发生功能 .....	157

思考题与习题·····	166
<b>6 智能仪器标准接口总线</b> ·····	167
6.1 总线及测控系统·····	167
6.2 GPIB 原理·····	170
6.3 GPIB 接口的实现方法·····	187
6.4 VXI 总线·····	208
6.5 PCI 局部总线·····	225
思考题与习题·····	229
<b>7 虚拟仪器</b> ·····	230
7.1 虚拟仪器的功能、结构与分类·····	230
7.2 软件在虚拟仪器中的作用·····	232
7.3 虚拟仪器的设计与实例·····	235
思考题与习题·····	248
<b>8 典型智能仪器分析与设计实例</b> ·····	249
8.1 典型智能仪器分析·····	249
8.2 智能仪器设计举例·····	257
思考题与习题·····	266
<b>参考文献</b> ·····	267

# 1 概 论

## 1.1 智能仪器的定义及组成

### 1.1.1 定义

仪器，是人们用来实现测量、观测或在外部作用下完成特定动作的设备。如电压表、电子显微镜、示波器、X-Y 绘图仪等，其种类难以统计。随着工业、农业、国防和科学实验的发展，仪器做为观测和执行某些细微动作的手段，也日趋精密化、自动化和系列化。第一代的仪器仪表是指针式的仪表，如实验室中至今还在使用的电压表、万用表、电流表、功率表等；这些仪表的基本结构是电磁式的，基于电磁测量原理使用指针来显示最终测量值。第二代的仪器仪表是数字式的仪表，这类仪表适于快速响应和高精度的要求；目前，这类仪表很普及，如数字万用表、数字功率计、数字频率计等；这类仪表的基本原理是将模拟信号的测量转化为数字信号的测量，并以数字显示或打印最终测量结果。第三代的测量仪表就是本书要介绍的智能仪器。

什么是智能仪器？至今尚无确切定义。从字面上说，所谓智能意味着仪器中包含有一部分脑力劳动。雷达、汽车、飞机等现代化设备都只是人眼、腿等五官或四肢的延伸，而不是取代人类大脑的某部分功能，因而不属于智能设备。四则运算、命令识别等是智慧劳动，而问题求解、定理证明、自然语言理解、对答系统等则是更高层次的智慧劳动。然而，至今智能仪器中所具有的人工智能并不很多，特别是视觉（图形及颜色判读）、听觉（语音类辨别及语音的领悟）、思维（推理、判断、学习、联想）等方面的能力仍十分有限，因此，所谓智能仪器是用以形容新的一代测量仪器。这类仪器中含有微处理器、单片计算机或体积很小的微型机，有时亦称为内含微处理器或基于微型机的仪器。这类仪器因为功能丰富又很灵巧，国外书刊中常简称为智能仪器。

### 1.1.2 智能仪器的组成及特点

智能仪器的定义表明：当前的智能仪器是一类微计算机化的测量仪器，具有以下两个特点。

1) 智能仪器的基本组成具有典型的计算机结构 在物理结构上，微型计算机内含于测量仪器。微处理器及其支持部件是整个测试仪器的一个组成部分；但是，从计算机的观点来看，测试电路与键盘、GPIB 接口、显示器等部件一样，仅是计算机的一种外围设备。智能仪器组成如图 1-1。

显然，这是典型的计算机结构，与一般计算机的差别在于它多了一个“专用的外围设备”——测试电路。同时，差别还在于它与外界的通信通常都通过 GPIB 接口进行。既然智能仪器具有计算机结构，因此，它的工作和计算机相近，而与传统的测量仪器差别较大。微处理器是整个智能仪器的核心，固化在只读存储器内的程序是仪器的“灵魂”。系统采用总线结构，所有外围设备（包括测试电路）和存储器都挂在总线上，微处理器按地址对它们进行访问。微处理器接收来自键盘或 GPIB 的接口命令，解释并执行这些命令，诸如发出一个控制信

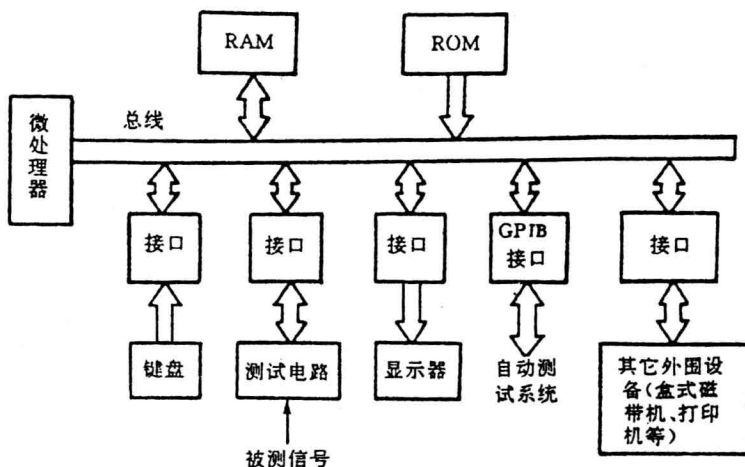


图 1-1 智能仪器的基本组成

号到某个电路或进行某种数据处理等。即然测试电路是微型计算机的外围设备之一，因而，在硬件上它们之间必然有某种形式的接口，从简单的三态门、译码器、A/D、D/A 转换改变工作方式等，通过查询测试电路的输入信息或向微处理器提出的中断请求，使微处理器及时了解测试电路的工作情况。当测试电路完成一次测量后，微处理器读取测量信息数据，进行必要的加工、计算、变换等处理，最后以各种方式输出，如判定以显示器显示、打印机打印或送给系统的主控制器等。

2. 智能仪器的两种基本工作方式 智能仪器有本地和遥控(远控)两种基本工作方式。在本地工作方式时,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。仪器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,用户通过外部的微型机来指挥控制仪器,外部微型机通过接口总线 GPIB 向仪器发送命令和数据。仪器根据这些送来的命令完成各种功能。这时,面板的键盘将不起作用。在有多台仪器的大测试系统中,这种方式十分有用,便于构成自动测试系统。系统连接的仪器可多达十几台,整个传输范围可达近 20 m。图 1-2 为多台智能仪器的连接图。

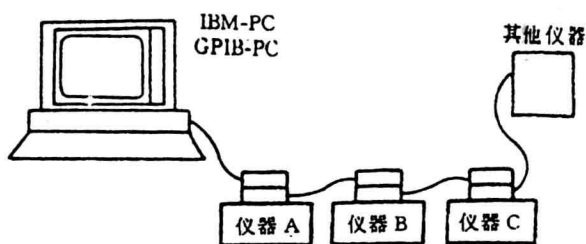


图 1-2 多台仪器的连接

## 1.2 智能仪器的性能优势

随着微处理器芯片的快速发展,仪器和控制系统的微型计算机应用也空前活跃起来。目前可以说:新的测量技术几乎没有不考虑采用微处理器的。有资料表明,从 1957 年起至今,美国的测量控制仪表、光学及分析仪器平均每年以 20% 的速度增长,而微处理器和微型计算机在

仪器中的应用以每年 35% 的速度递增。由于微型计算机具有的运算、判断、记忆、控制功能和功耗低、体积小、可靠性高、价廉等特点及近年来软件技术的开发,为智能仪器的发展创造了良好的条件。

智能仪器与第一代、第二代仪器仪表相比,具有以下几个方面的优点,这是由微计算机技术引起的仪器仪表的变革。

1. 具有较完善的可程控能力,并常配有 GPIB 接口(即 IEC-625 或 IEEE-488 标准接口),多以 ASCII 码输入输出。

2. 面板控制采用灵活的功能键和数字键,或兼有这类按键的编程能力。

3. 面板显示十进制数,或兼能显示若干拉丁字母或英文字符,也可用 CRT 显示字符及图形,还可附带打印机。

4. 具有数据处理能力,包括均值运算、方差计算、变换、误差修正等,从而提高了仪器的精确度,并扩展了测量或控制功能。

5. 具有一定的可编程自动化能力,包括指令和数据存贮、自动调整、自检、自校等等,有的仪器可用小型盒式的磁带输入程序。

6. 具有修正误差的能力 实时地修正测量值误差是较为复杂的功能。要清除影响仪器精度的“零漂”、传感器的非线性特性、环境因素的变化等等,是常规仪器设计中感到棘手的问题。智能仪器可以按一定的算法,以消除诸因素对仪器精度的影响,减小仪器的误差。

7. 允许灵活地改变仪器的功能 智能仪器可以构成方便的硬件模块和软件模块结构。各种工业总线是可以利用的硬件模块化的技术规范,当插入一块模板或更换一块模板时,智能仪器的功能就可以改变,或达到一键两用、三用等。

8. 可通过标准总线组成一个多仪器的复杂自动测试系统,通过 GPIB 并行接口母线或 RS-232C 串行总线标准,智能仪器可方便地与其它智能仪器组成自动测试系统,完成一项特定的测量任务。或者把许多仪器挂在总线上,形成一个复杂的控制系统,这对于大批量生产的流水线进行质量监督是极为重要的。

9. 可实现专家系统技术 智能仪器在具有或部分具有判断、学习、创造能力时,实际上已经是专家系统的体现。即智能仪器不仅能精确地测量各种参数,而且可以帮助人们思考,解决专家才能解决的问题。

### 1.3 智能仪器的发展

仪器科学的发展与近代科学技术的进步密切相关,尤其是微电子技术和计算机技术对仪器科学有着巨大的影响。

作为仪器的敏感部分的传感器正在受着微电子技术的影响,不断变迁。有统计资料表明:传感器制造厂中,半导体制造厂所占的比例从 1980 年的 7% 上升到 1986 年的 28%。传感器正在朝着小型、固态、多功能、集成化方向发展。如美国 Honeywell 公司 1983 年推出的固态传感器 DSTJ-300,在一块芯片上同时扩展集成了差压、静压、温度三个传感器,使差压传感器具有温度、压力补偿功能,精度达到  $\pm 0.2\%$ 。目前已有将微处理机与传感器集成为一体的智能传感器问世,构成超小型、多功能、廉价测量仪器的主体。

随着芯片价格的大幅度下降,在一台仪器中使用单个微处理器(CPU)的观念已被打破,

多个 CPU 协同工作可使仪器具有更优异的性能。由计算机技术和通信技术结合而发展的计算机网络,也将渗透到仪器中。

总之,测量控制技术、计算机技术和通信技术构成信息技术的三大支柱。它们彼此渗透,相互推动,发展之神速令人眼花缭乱。要对它们的发展做出准确估计是困难的。下面仅就两个发展趋势加以叙述。

### 1.3.1 智能化的自动测试系统

智能化自动测试系统有两种形式如下:

1. 多台智能仪器通过 GPIB 接口总线与主控计算机相连接组成自动测试系统。如图 1-3。

2. 由一台微型计算机系统控制多个仪器插件(具有不同测试功能的),相互通过计算机系统总线联接。每个插件不需智能仪器所需的微处理器、机箱等部件,因而成本大大降低,使用方便;而且各个仪器插件相互之间可进行实时的交叉作用。这种仪器系统也称之为个人仪器。

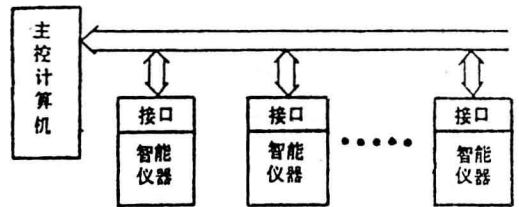


图 1-3 由智能仪器组成的系统

个人仪器以插入方式组成,能充分利用个人计算机的软、硬件资源,更好地发挥微计算机作用,大幅度降低仪器成本,提高经济效益。因此一经提出(1982年)就在测试行业引起震动,得到迅速发展。目前个人仪器不但包含了计数器、数字多用表、数字示波器、信号源等多种传统仪器,也包含了

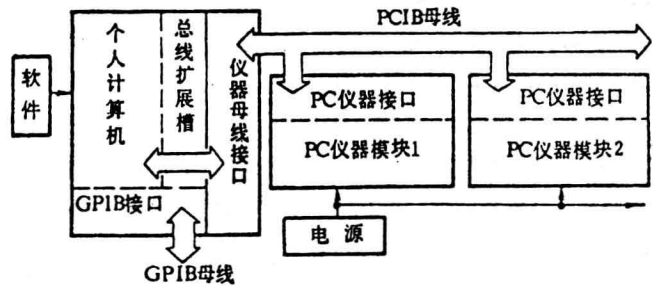


图 1-4 个人仪器框图

逻辑分析仪、微机仿真和开发系统等新型数据域仪器。个人仪器可以连成网络、组成系统,甚至出现在价格昂贵的大型专用测试系统中,成为测试仪器和测试系统中一颗引人注目的新星。

个人仪器的组成结构如图 1-4。

### 1.3.2 增强人工智能能力——高级智能仪器

高级智能仪器能代替人的劳动,要象人一样的工作,甚至于做一些人不能完成(如某些特殊条件下的工作等)的任务。也就是具有以下三种当中的某一种或全部的性能:

1. 具有判断能力的仪器;
2. 具有学习能力的仪器;
3. 具有创造能力的仪器。

如图象处理仪、文字识别仪、医疗诊断等方面的智能 B 型超声波诊断仪、智能诊疗仪及智能机器人等。

高级智能就象人一样(如图 1-5)。人首先通过五种感觉(视觉、听觉、触觉、嗅觉、味觉)接收到外界信息,然后通过大脑的分析、判断,最后由嘴、眼、四肢等去执行,若有不清楚的地方,就反馈到大脑,重新分析、判断等,再发出各种命令。而智能仪器是由传感器(不是用五官)从外部接收信息。这些信息不是送大脑而是送电脑进行分析,分析的方法是用专家系统,储存的单位是数据库系统,做出结论再由执行器(如同四肢)去执行。碰到问题也可不断反馈,分析判断,直至能正确执行为止。

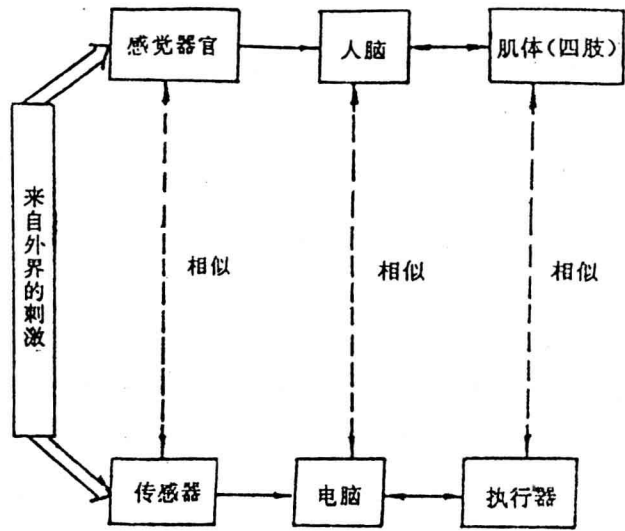


图 1-5 人与智能仪器的对应关系

## 1.4 智能仪器分类

按结构和使用目的方面可分为两大类：

### 1.4.1 智能测量仪器

智能化测量仪器的工程目的就是测量,测量目标分电量和非电量两大类。电量及电参量如电压、电流、电阻、电容、电感等,非电量如位移、速度、加速度、温度、重量、压力、pH 值、浓度、光照度等;非电量种类很多,这里只举出经常遇到的一小部分。

典型的智能化测量仪器结构框图如图 1-6。

一般的智能仪器都采用母线结构,仪器系统的所有部件都是由数据总线(包括控制线在内)和地址总线有机地联接在一起的。从智能仪器问世到现在,这种基本结构形式一直没有改变。

测量部分(包括传感器、前置隔离放大器、A/D 转换器)和专用微型机部分(包括 CPU、ROM、RAM、I/O 口等)是决定仪器精度和功能的核心部分。

### 1.4.2 智能执行仪器(智能终端)

智能执行仪器的工程目的不是简单地实现某种测量,而是把外部的一系列行为过程进行识别和变换之后,以数据形式加以大容量的记录,称之为输入智能终端;或把大批量的数据加

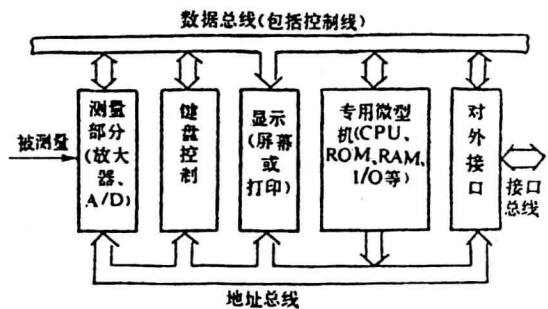


图 1-6 典型的智能化测量仪器的框图

以识别和变换之后,转化为外部的一系列行为(动作),这称为智能输出终端。智能终端不能独立地完成使用目的。如自动绘图仪,其内部微机只能完成自检、翻译外部命令、驱动执行机构等功能,而绘图软件的调试、存储程序执行控制等必不可少的功能都是外部微机系统上实现的。当智能终端与微机系统连接在一起并能实现某种工程目的时,称之为自动工作系统,如自动绘图系统、自动数字化系统等。

1. 输出智能终端 由于工程目的不同,智能输出终端的种类很多,且大部分为专用性较强的设备。通用性较强并作为商品生产的有自动绘图仪、智能 CRT 终端、大屏幕显示器、电子英文打字机等。

以自动绘图仪为例给出智能输出终端的结构框图如图 1-7。由图可见,除了驱动电路与执行机构之间的连接之外,其它各部分的联系都是总线结构。它的工作状态可由简易功能键盘或外部微机控制;简易键盘可实现人-机对话、输入自检、暂停等功能性指令,以及一些简单的单步绘图命令;外部微机可发出绘图程序指令,完成复杂的绘图任务。外部微机与自动绘图仪联接在一起如图 1-8,即自动绘图系统。

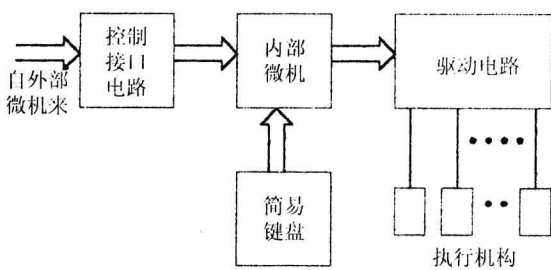


图 1-7 自动绘图仪基本结构

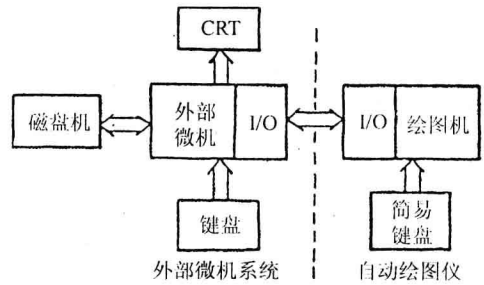


图 1-8 自动绘图系统

2. 输入智能终端 输入智能终端的典型产品如数字化仪、智能键盘等,下面以数字化仪为例分析。图 1-9 为数字化仪的基本结构框图。

图中的点阵传感器平板是由密集布置的微型线圈组成的,当使用者将触笔接近平板表面下的某个线圈时,传感器即发出此点的 X-Y 坐标信号,通过 I/O 接口进入内部微机,并将此信号加以变换后存入大容量 RAM。机内微机是控制仪器工作、进行信号变换和安排存储的核心部分。其 ROM 中存有工作程序,实现工作方式选择、信号计算及向外部微机的输出控制等。

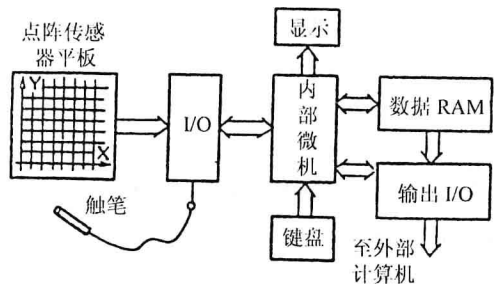


图 1-9 典型的智能化测量仪器的框图

它的键盘和显示单元的设置比较简单,一般用来完成实时控制功能和单点输入的显示。不同的数字化仪的数据存储器的容量大小不一,有的甚至不配备输入点坐标存储器,而是将变换后的坐标数据直接向外部微机传送。实际上这种方式更符合实用要求,因为只有把坐标点数据输入到外部微机之后,才能实现大批量的、永久性的记录(存在软盘或磁带上),或者在 CRT 上把由输入点组成的几何图形复现出来。当数字化仪与外部微机相连接,构成工作系统时,可以成为各种几何图形设计的良好工具,在机械设

计、服装设计以及复杂图形的复制等方面都有广泛的应用。

如果把数字化仪、自动绘图仪和外部微机连在一起,即可构成一个完整的图形处理系统,如图 1-9 所示。由于外部输入往往是连续的量(如曲线),而输入传感器是量化分布的,因此,在复现输入时,必然带有误差。但数字化仪的直线距离分辨率一般可达  $0.1\sim 0.3\text{ mm}$ ,这已经在相当大的范围内满足使用者的要求了。

### 思考题与习题

1. 简述智能仪器的定义。
2. 智能仪器由哪几部分组成?它的基本工作方式有几种?具体内容为何?
3. 叙述智能仪器的性能,分析计算机技术的发展与仪器科学发展的内在联系。
4. 智能仪器与传统仪器相比,有哪些主要区别?它发展的主要趋势是什么?
5. 简述智能仪器的分类。

## 2 智能仪器设计原理

### 2.1 智能仪器设计原则和步骤

#### 2.1.1 设计的基本方法

所谓设计是指制定一个统管某实体开发的方案或计划。一个数字系统的设计是制定一个统管整个数字系统开发的计划,它经常表现为原理图或方框图的形式。

1. 设计考虑的基点 一般为如下四个方面:

(1)性能要求 如测量精度、灵敏度、功耗、速度、处理信息容量、自动化程度(自调零、自校准、自补偿、自学习、自诊断等)、稳定性、可靠性等。

(2)使用要求 如操作方便程度、可维修性、可移动性、与系统的兼容性、生存力和扩充性等等。

(3)物理方面 如尺寸、重量、结构复杂程度等等。

(4)经济方面 如一次投入、附件及备件费用、安装调试费、日常费用等等。

2. 设计的基本方法 智能仪器的设计通常采用“自顶向下”的方法。即将一个大任务分解为各组成部分,而这些组成部分再分解为各个小的问题,逐级求精,直至剩下的问题可以用最简单的程序或电路来实现设计任务。由于每一程序或电路是可执行的,整个目标的一部分就可以被完成。这种方法的优势在于:这些软件或硬件模块应被选择导致各单元之间最少的交互。一般来说,由于模块之间最弱的耦合,可以降低整体的复杂性,减少模块之间的连接也可以减少到系统其它部分的传输线路。

下面以积分式数字电压表(DVM)为例来说明“自顶向下”的设计方法。

(1)功能模块的确定 应了解 DVM 的性能指标要求,根据总的工程目标可以描绘出一组模块,如图 2-1 所示。这些模块是根据其功能选定的,即 DVM 必须测量和显示结果,还需要有一个控制模块来实现测量和显示。

(2)操作单元 是做具体化模块的设计。即确定测量模块将采用的测量方法(如采用积分式或逐次比较式)和显示模块的基本显示方法(如 LED 或液晶显示等),而控制模块则先不考虑其细节,形成除控制模块以外的块的操作单元,如图 2-2。这一步细化对新手和学生来说往往是较困难的,因为这需要一定的经验——熟悉各种测量方法及集成芯片的性能,还需要具有创造性及包含反复试验的方法。

(3)基本电路 给出每一单元的专门操作——基本电路,如比较器、计数器、代码变换/驱动器、七段显示器等,而电子开关和积分器则应根据所给定的指标设计。

图 2-3 给出了计数、代码变换、显示三个操作单元的基本电路。这样,系统除控制单元外,

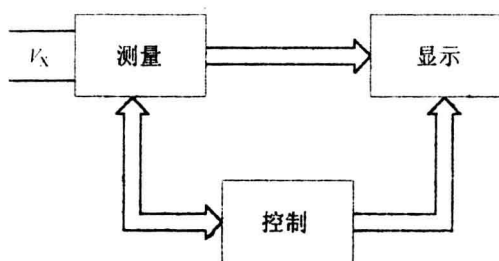


图 2-1 DVM 的功能模块

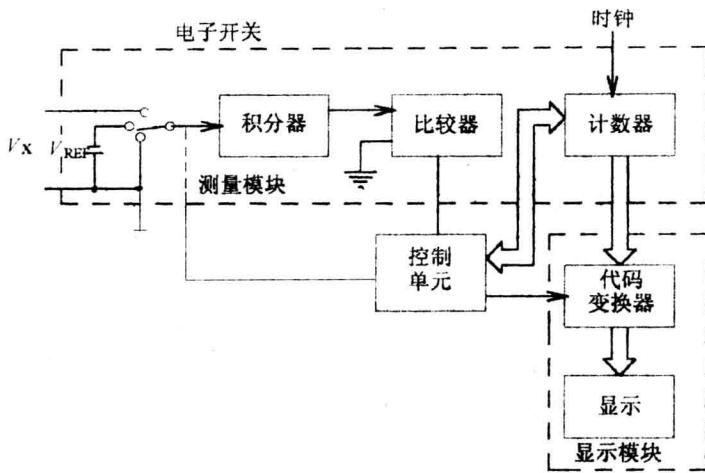


图 2-2 操作单元图

就完全具体化了。

(4) 时序图 要建立系统 (DVM) 时序图, 表明所有的需要控制的信号, 输入和输出的关系。根据提出需要的控制信号进一步设计驱动基本电路的控制器, 时序如图 2-4。

有关控制器的设计留待后面说明。

### 2.1.2 设计步骤

根据前面讲述的“自顶向下”的设计方法和示例, 很容易把设计步骤归纳为两个主要方面: 第

一方面是根据仪器要求的性能表设计各功能模块, 进而分解为操作单元和基本电路, 并提供所需要的控制信号; 第二方面是设计以微型机为中心的控制器。设计步骤详述如下:

1. 通过对系统性能表的详细研究, 确定系统的目标。
2. 将系统分解为实现总目标的功能模块, 其中一个模块应该是控制模块(微处理机)
3. 制定每个功能模块完成的较低层次的任务。
4. 分解除控制模块以外的模块为操作单元。
5. 分解操作单元为基本电路。
6. 确定操纵这些基本电路的所有需控制的信号。
7. 画出时序图, 显示所有信号相对于时钟信号的相对关系。
8. 设计微处理机以实现整个系统。
9. 存档设计结果。

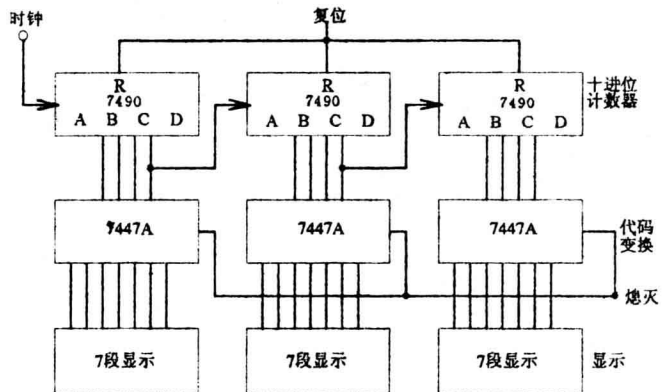


图 2-3 基本电路图

### 2.1.3 选择控制模块微型机的原则

#### 1. 选择微型机硬件的原则

智能仪器中的微型机,硬件方面要考虑的一个重要问题是涉及到 I/O 的相互作用问题,即输入输出控制特性(包括 I/O 控制器、I/O 接口、I/O 驱动能力、中断机构、定时器、串行通信、DMA 控制等),这些性能将影响微型机的选择;另一个重要因素就是根据仪器的速度和精度要求来决定选何种主频及多少位字长的微处理器或单片机。例如,要设计一个图示仪,它可以同时显示十条曲线,为了使人的眼睛看起来这些曲线不闪烁,就必须使扫描显示速度足够快,这就直接关系到主频的选择应该合乎要求。再如,若设计的仪表对精度要求较高,往往要采用 12 位、甚至 16 位的 A/D 转换器;若同时又要要有较快的速度响应,则显然选 16 位的微处理器或单片机就较为合适。有关硬件选择的综合考虑见图 2-5。

从图 2-5 可知,我们通常从 I/O 特性、速度、精度、系统尺寸大小、寻址能

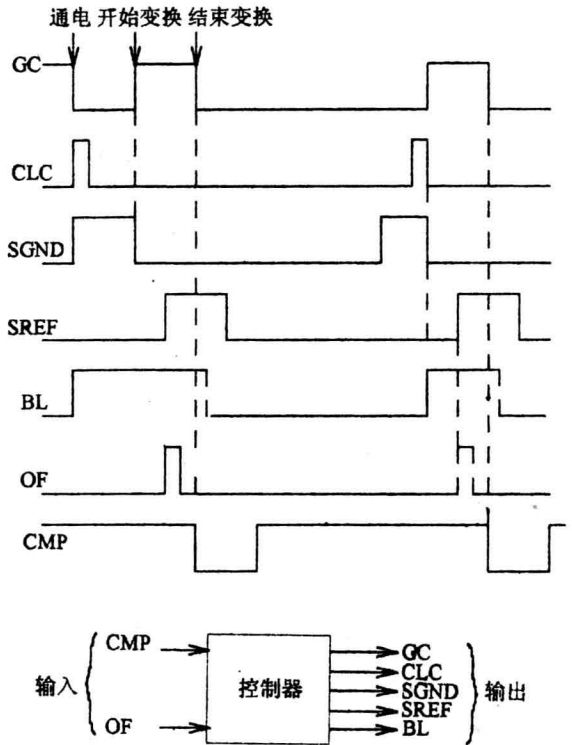


图 2-4 DVM 时序图

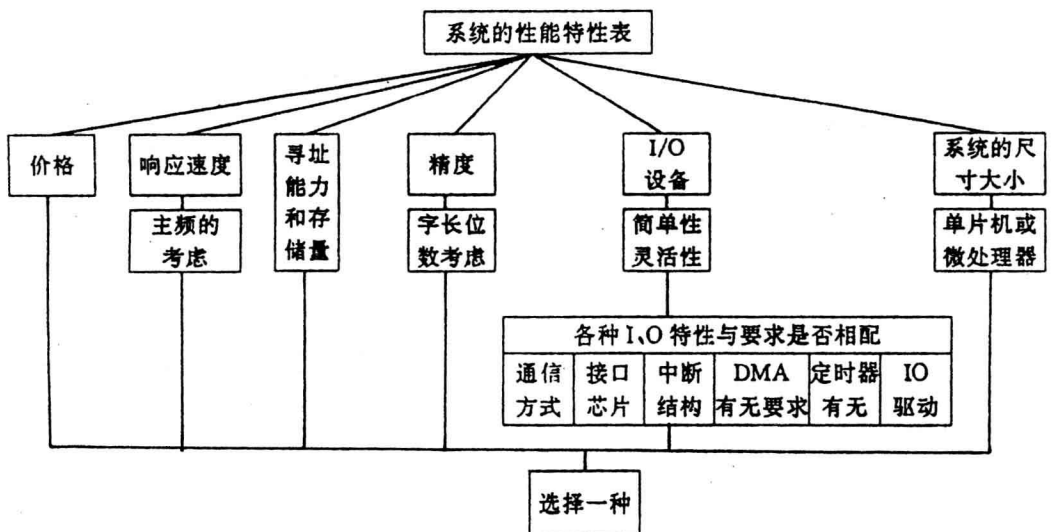


图 2-5 选择微型机硬件的考虑