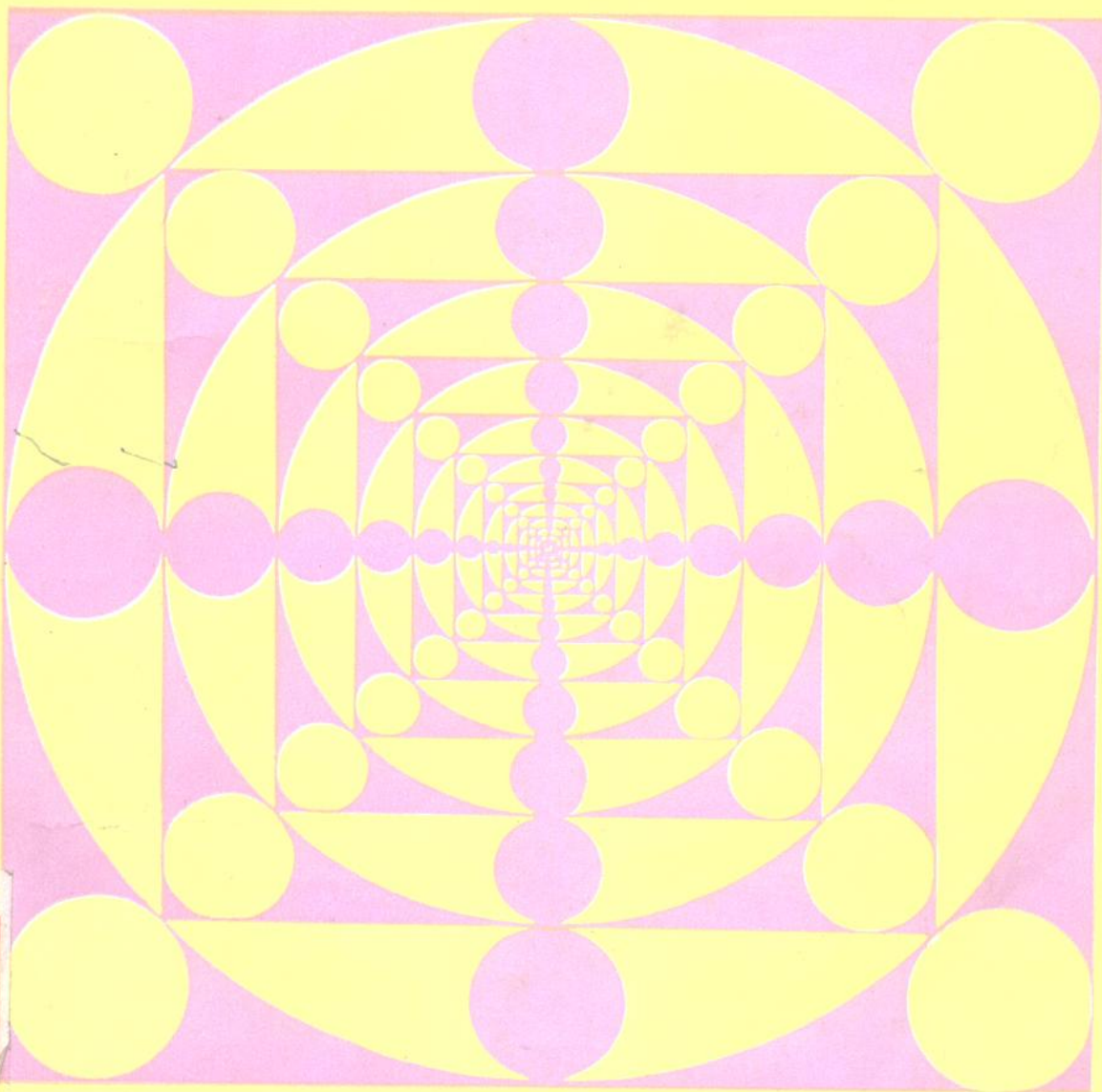


电子计算机应用系列教材

智能化仪器仪表

李腊元 官本云 编著



科学出版社

电子计算机应用系列教材

智能化仪器仪表

李腊元 官本云 编著

科学出版社

1993

(京)新登字 092 号

内 容 简 介

本书是电子计算机应用系列教材之一,书中主要介绍智能化仪器仪表的设计原理及应用技术。全书共六章,内容包括智能化仪器仪表的基本知识,硬、软件设计,各种接口,以及智能化仪器仪表中常用的基本算法,数据采集与处理方法等,最后一章通过实例剖析了智能化仪器仪表的工作原理。

本书内容较为系统、全面,概念清晰,方法具体,实用性强,可作为大专院校计算机、无线电、仪器仪表专业的教材或教学参考书和有关在职人员的研修教材,也可供计算机应用工作者和从事智能化仪器仪表研制及应用的工程技术人员参考。

0110150

电子计算机应用系列教材 智能化仪器仪表

李腊元 官本云 编著
责任编辑 魏 玲

科学出版社出版

北京东黄城根北街16号
邮政编码: 100707

北京怀柔黄坎印刷厂印刷

新华书店北京发行所发行 各地新华书店经售

•

1993年6月第 一 版 开本: 787×1092 1/16
1993年8月第一次印刷 印张: 13
印数: 1—3300 字数: 293 000

ISBN 7-03-0009902-9/TP·57

定价: 11.50元

“电子计算机应用系列教材”主持、组织编著单位

主持编著单位:

国务院电子信息系统推广应用办公室

组织编著单位:

广东、广西、上海、山东、山西、天津、云南、内蒙古、
四川、辽宁、北京、江苏、甘肃、宁夏、江西、安徽、 电子振兴
河北、河南、贵州、浙江、湖北、湖南、黑龙江、福建、计 算 机 领 导 小 组 办 公 室
新疆、广州、大连、宁波、西安、沈阳、武汉、青岛、 科技工作
重庆、哈尔滨、南京等35省、市、自治区、计划单列市

“电子计算机应用系列教材”联合编审委员会名单

(以姓氏笔画为序)

主编审委员:

王长胤* 苏世生 何守才 陈有祺 陈莘萌* 邹海明* 郑天健
殷志鹤 童 頔 赖翔飞 (有“*”者为常务主编)

常务编审委员:

于占涛 王一良 冯锡祺 刘大昕 朱维华 陈火旺 陈洪陶 余 俊
李 祥 苏锦祥 佟震亚 张广华 张少润 张吉生 张志浩 张建荣
钟伯刚 胡秉光 高树森 徐洁盘 曹大铸 谢玉光 谢育先 韩兆轩
韩培尧 董继润 程慧霞

编审委员:

王升亮 王伦津 王树人 王振宇 王继青 王翰虎 毛培法 叶以丰
冯鉴生 刘开瑛 刘尚威 刘国靖 刘晓融 刘德镇 孙令举 孙其梅
孙耕田 朱泳岭 许震宇 何文兴 陈凤枝 陈兴业 陈启泉 陈时锦
邱玉辉 吴宇尧 吴意生 李克洪 李迪义 李忠民 迟忠先 沈林兴
肖金声 苏松基 杨润生 冯福德 张志弘 张银明 张 勤 张福源
张翼鹏 郑玉林 郑 重 郑桂林 孟昭光 林俊伯 林钧海 周俊林
赵振玉 赵惠溥 姚卿达 段银田 钟维明 袁玉馨 唐肖光 唐楷全
徐国平 徐拾义 康继昌 高登芳 黄友谦 黄 侃 程锦松 楼朝城
潘正运 潘庆荣

秘书组:

秘 书 长: 胡茂生

副秘书长: 何兴能 林茂荃 易 勤 黄雄才

序

当代新技术革命的蓬勃发展,带来社会生产力新的飞跃,引起整个社会的巨大变革。电子计算机技术是新技术革命中最活跃的核心技术,在工农业生产、流通领域、国防建设和科学研究方面得到越来越广泛的应用。

党的十一届三中全会以来,我国计算机应用事业的发展是相当迅速的。到目前为止,全国装机量已突破三十万台,十六位以下微形计算机开始形成产业和市场规模,全国从事计算机科研、开发、生产、应用、经营、服务和教学的科技人员已达十多万人,与1980年相比,增长了近八倍。他们在工业、农业、商业、城建、金融、科技、文教、卫生、公安等广阔的领域中积极开发应用计算机技术,取得了优异的成绩,创造了显著的经济效益和社会效益,为开拓计算机应用的新局面作出了重要贡献。实践证明,人才是计算机开发应用的中心环节。我们必须把计算机应用人才的开发与培养放在计算机应用事业的首位,要坚持不懈地抓住人才培养这个关键。

从目前来看,我国计算机应用人才队伍虽然有了很大的发展,但是这支队伍的数量和质量还远不适应计算机应用事业发展的客观需要,复合型人才的培养与教育还没有走上规范化、制度化轨道,教材建设仍显薄弱,培训质量不高。因此,在国务院电子信息系统推广应用办公室领导、支持下,全国三十五个省、市、自治区、计划单列市计算机应用主管部门共同组织118所大学和科研单位的400多位专家、教授编写了全国第一部《电子计算机应用人才培养大纲》以及与之配套使用的电子计算机应用系列教材,在人才培训和开发方面做了一件很有意义的工作,对实现培训工作规范化、制度化将起到很好的推动作用。

《电子计算机应用人才培养大纲》和电子计算机应用系列教材贯穿了从应用出发、为应用服务,大力培养高质量、多层次、复合型应用人才这样一条主线。大纲总结了近几年各地计算机技术培训正反两方面的经验,提出了计算机应用人才的层次结构、不同层次人才的素质要求和培养途径,制定了一套必须遵循的层次化培训办学规范,编制了适应办学规范的“课程教学大纲”。这部大纲为各地方、各部门、各单位制定人才培养规划和工作计划提供了原则依据,为科技人员、管理人员以及其他人员学习计算机技术指出了努力方向和步骤,为社会提供了考核计算机应用人才的客观尺度。“电子计算机应用系列教材”是培训大纲在教学内容上的展开和体现,是我国目前规模最大的一套计算机应用教材。教材的体系为树型结构,模块化与系统性、连贯性、完整性相兼容,教学内容注重实用性、工程性、科学性,并具有简明清晰、通俗易懂、方便教学、易于自学等特点,是一套很好的系列教材。

这部大纲和系列教材的诞生是各方面团结合作、群策群力的结果,它的公开出版和发行,对计算机应用人才的培训工作将起到积极的推动作用。希望全国各地区、各部门、各单位广泛运用这套系列教材,发挥它应有的作用,并在实践中检验、修改、补充和完善它。

通过培训教材的建设,把培训工作与贯彻国家既定的成人教育、函授教育、电视教育和科技人员继续工程教育等制度相结合,逐步把计算机应用人才的培训工作引向规范化、

• III •

9310254

制度化轨道,为培养和造就大批高素质、多层次、复合型计算机应用人才而努力奋斗,更好地推动计算机应用事业向深度和广度发展。

李祥林

1988年10月17日

前 言

微型计算机在仪器仪表工业领域得到了广泛应用。电子仪器中引入计算机技术，不仅可以增强电子仪器的测量功能，提高测量精确度，还可实现测量自动化。这种仪器就是人们通常所说的智能化仪器。

智能化仪器的出现，标志着仪器仪表的发展进入了一个新阶段。可以预料，随着超大规模集成电路、微型计算机及人工智能技术的发展，智能化仪器仪表也必将获得更大的发展。

本书旨在介绍智能化仪器仪表的设计原理及应用方法。全书共六章，内容分别为：智能化仪器仪表概述，其中包括智能化仪器仪表的结构、主要特征、基本功能、发展趋向，智能化个人仪器、微型机与仪器仪表的关系，微电子学、微型机对仪器仪表的影响，单片机及其应用实例；智能化仪器仪表的数值计算与处理，以及算法分析；智能化仪器仪表的接口，包括模/数、数/模转换接口，GP-IB接口等；数据采集与处理；智能化仪器仪表的设计与故障诊断，包括设计要点、步骤、监控程序、设计举例，以及故障诊断的工具与方法；智能仪器仪表的应用实例。

本书由华中理工大学吴鸿修教授担任主审。武汉水运工程学院李腊元教授担任主编并编写第一章、第二章、第五章，湖北省电子研究所官本云高级工程师编写第三章、第四章、第六章。由于编者水平有限，书中难免还存在一些缺点和错误，殷切希望广大读者批评指正。

目 录

第一章 概述	1
1.1 引言	1
1.2 智能化仪器仪表的结构	1
1.3 智能化仪器仪表的主要特征	2
1.4 智能化仪器仪表的基本功能	3
1.5 智能化仪器仪表的发展趋势	3
1.6 智能化个人仪器	5
1.7 微电子学与仪器仪表	10
1.8 微型机与仪器仪表	12
1.9 单片计算机及其应用	17
第二章 智能化仪器仪表的算法基础	26
2.1 算术运算	26
2.2 逻辑操作	28
2.3 微分运算	28
2.4 基本函数运算	29
2.5 查找与分类	35
2.6 智能化仪器仪表中的算法分析	39
2.7 精度分配的优化	50
第三章 智能化仪器仪表的接口	54
3.1 键盘	54
3.2 七段发光二极管显示器接口	59
3.3 CRT显示器接口	66
3.4 智能仪器仪表的显示单位变换和自动量程切换	71
3.5 模/数、数/模转换器接口	74
3.6 信号处理器	79
3.7 GP-IB接口	85
第四章 数据采集与处理	108
4.1 数据采集	108
4.2 数据处理及测量	120
第五章 智能化仪器仪表的设计与故障诊断	135
5.1 设计要点	135
5.2 设计步骤	135
5.3 程序设计	136
5.4 智能化仪器仪表的监控程序	146
5.5 设计举例	158
5.6 智能化仪器仪表的诊断工具	165
5.7 智能化仪器仪表的故障诊断方法	168

第六章 智能化测量仪器	171
6.1 智能化测温仪	171
6.2 DH-200型智能化血气酸碱分析仪	175
6.3 智能化定时控制器	181
6.4 ZL ₆ 智能化LCR测量仪	183
6.5 智能化纸张定量仪	186
6.6 1071型数字多用表	193
参考文献	198

第一章 概 述

1.1 引 言

智能化仪器仪表(或称作智能仪器仪表)一般是指采用了微处理器的仪器仪表。它的发展始于70年代,自1973年出现了第一台智能仪器,即内部装有微处理器的电容电桥以后,相继出现了智能电压表、智能示波器、数字式温度计、超声波导向装置、智能流量记录仪、智能心电仿真仪、智能计数器/定时器等新型产品。1975年大约只有70余种智能仪器,到1985年已增至上万种。

智能仪器仪表并不是传统仪器与微处理器的简单组合,而是一种经过综合考虑后的重新设计,它体现了仪器仪表与微处理器一体化的思想。传统观念上的仪器仪表,是将大量的分立元件、小规模集成电路或部分中规模集成电路用硬接线方式连接起来,形成一定的功能。由于是硬接线,所以一旦接定,这部分器件就专门用于某一功能了,如果要增加功能,就需要另外增添器件。一般地说,要求功能愈多、愈复杂,所需的器件数就愈多。硬接线造成的专用性使得硬接线的组件或模块难以有大的生产批量,因此通常的仪器仪表不得不建立在通用分立元件、小规模集成电路或中规模集成电路的基础上,这就带来了设计、印制板制作、元器件挑选、装配和调试等方面的大量工作,因而使重量、尺寸、功耗、可靠性等指标难以提高。

大规模集成电路(LSI)在功能、体积、重量、功耗、可靠性等方面比中、小规模集成电路更优越。带微处理器(大规模集成电路)的智能仪器仪表的设计是一种硬件和软件相结合的系统设计,由于利用了软件技术,使得产品的主要逻辑功能有了很大提高,并有利于修改和扩充,设计的灵活性很大。也就是说,智能仪器是把仪器的主要功能集中存放在ROM中,因而,不需全面改变硬件的设计,只要改变存放在ROM中的软件内容,就可以改变仪器的功能。这种灵活性对于满足批量小、品种多、机种更新快的要求是极为重要的。可以看出,微处理器的应用正在使仪器设计经历一场巨大的变革,它不仅使传统的仪器仪表变得更加灵巧,而且也促使各种完全崭新的仪器仪表相继出现。

1.2 智能化仪器仪表的结构

如前所述,智能化仪器仪表一般是指内部装有微处理器或微型计算机的仪器仪表。本书论述的正是这种带有微型机,包括个人计算机、单片机、微处理器或GP-IB (General Purpose-Interface Bus)接口的仪器仪表。

从物理结构看,微型机内含于电子仪器,微处理器及其支持部件是整个测试电路的一个组成部分。但是从计算机的观点来看,测试电路与键盘、GP-IB接口及显示器等部件一样,仅是计算机的一种外围设备。智能仪器仪表的基本组成如图1.1所示。显然,这是典型的计算机结构,与一般计算机的差别不仅在于它多了一个“专用的外围设备”——

测试电路，同时，还在于它与外界的通讯通常都通过GP-IB接口进行。既然智能仪器具有计算机结构，因此它的工作方式就和计算机一样，因而与传统的测量仪器仪表差别较大。微处理器是整个智能仪器仪表的核心，固化在ROM内的程序是仪器仪表的“大脑”，系统采用总线结构，所有外部设备（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。微处理器接受来自键盘或GP-IB接口的命令，解释并执行这些命令，诸如发出一个控制信号到某个电路，或者进行某种数据处理等等。既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、模/数(A/D)和数/模(D/A)转换器到程控接口等等。微处理器通过接口发出各种控制信息给测试电路，以规定功能、启动测量、改变工作方式等等。微处理器通过查询或测试电路向微处理器提出中断请求，使微处理器及时了解测试电路的工作状况。当测试电路完成一次测量后，微处理器读取测量数据，进行必要的加工、计算、变换等处理，最后以各种方式输出，如送到显示器显示、打印机打印，或送给系统的主控制器等等。虽然智能仪器仪表中的测试电路只是作为微型机的外围设备而存在，因而仪器仪表中引入微处理器后有可能降低对测试硬件的要求，但仍不能忽视测试硬件的重要性。有时提高仪器性能指标的关键仍然在于测试硬件的改进。这一点在智能仪器仪表的设计、实现和维护过程中，始终是要注意的。

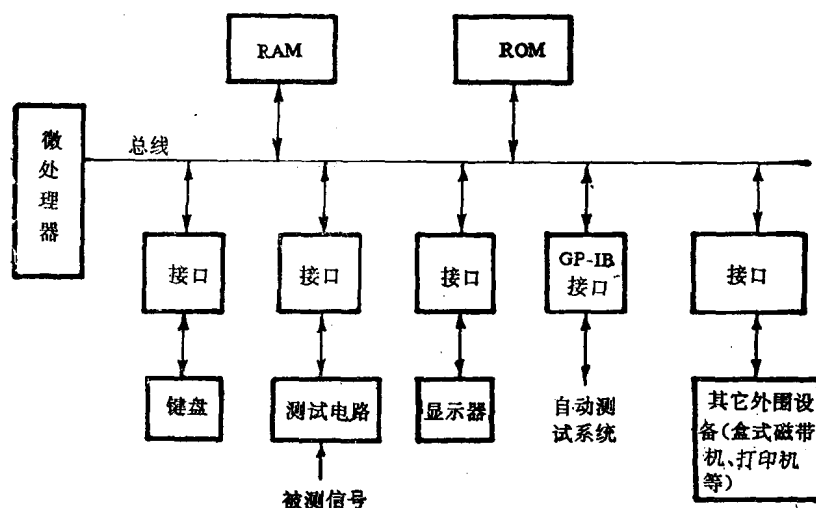


图 1.1 智能仪器仪表的结构

1.3 智能化仪器仪表的主要特征

智能仪器仪表在结构上体现了微处理器、仪器的一体化，硬件、软件相互融合。而且，这是综合结构，内部有数据总线、控制总线、地址总线及接口总线。由于硬件减少，仪器的体积和重量也随之减少，特别是面板上用键盘接触开关代替了大多数的开关和控制调节器，使面板简明美观，操作方便。概括起来，智能仪器仪表有如下几个主要的特征：

(1) 功能增多，性能提高。例如智能万用表可测交、直流电压，电流，电阻以及

温度等。智能仪器通常都能自选量程，自动校准，自动修正静、动态误差及系统误差，有的还能自动调节测试点，从而显著提高了测量准确度。有不少智能仪器在分辨率、测量范围和频带宽度方面都有提高。

(2) 由于具有数据处理功能，从而减轻了测试人员的劳动强度，可迅速测出结果，并以适当的显示方式输出。由于采用了一些接口电路，故可用于遥控和远距离通讯，有利于信息的传输和保存。

(3) 设计制造容易，使用维修简单，价格低廉，可靠性高。智能仪器仪表很大一部分设计是软件设计，其设计与研制时间短，制造较容易。近年来许多智能仪器仪表具有自检测或自诊断功能，甚至有自修复功能，从而使用方便、维修简单、灵活性大，只要改变ROM的一些软件内容即可变换功能。

(4) 绝大多数智能仪器仪表具有对外接口电路，通常都具备GP-IB接口，故可以遥控和接入自动测试系统中使用。几乎所有的智能仪器仪表都是可编程的。

(5) 集中控制。传统电子仪器多数为分散控制，而智能仪器则由微处理器集中控制。

(6) 大多数智能仪器用键盘来选择功能、量程和数据处理程序（亦有的用“菜单”方式选择）。有的智能仪器还具有一定的编程能力，由用户根据需要编程。

1.4 智能化仪器仪表的基本功能

智能仪器仪表的功能大致如下：

(1) 能自动修正各类测量误差。作为测试仪器，测量精度是最重要的技术指标之一。在仪器的误差源中，最主要的是传感器和模拟测量电路所造成的误差，如非线性误差、温度误差、零位漂移（温度漂移和时间漂移）误差等。在采用微处理器的智能仪器中，只要事先测出这些误差的规律，就能靠软件进行非线性误差的修正。软件修正法可分为分段插值修正法和整体拟合修正法两类。在一些复杂的测量系统中，对于不确定的随机误差，若能找出其统计模型，也能进行有效的补偿。

(2) 能自动切换量程，以提高测量精度和读数的分辨力。

(3) 能对信号进行较复杂的计算和处理，从而扩大了仪器的功能，提高了仪器的性能。由于微处理器具有运算速度快这一特性，所以能充分体现智能仪器在数字运算方面的优越性。

(4) 能以多种形式输出信息。最常用的输出形式是直接数字显示和打印。当智能仪表与其他系统联机时，能以数字通讯方式传递信息，也能输出模拟量信息。

(5) 能对仪器仪表本身进行自检和故障监控，一旦发现故障能及时报警。有的仪器仪表还可以在故障情况下，自行改变系统结构，继续正常工作，即智能仪器在一定程度上具有容忍错误存在的能力。

1.5 智能化仪器仪表的发展趋势

自60年代以来，自动测试系统的发展已经历了三个阶段：第一阶段是仪器与小型仪

用计算机通过各种专用接口相连接组成自动测试系统,其代表产品如自动网络分析仪等。第二阶段是智能仪器,把微处理机放入仪器内部,通过内部接口把测试部件与计算机连接起来,而各个智能仪器又通过GP-IB接口总线与外部计算机相连接,组成自动测试系统。第三阶段是个人仪器。下面介绍一下近年来智能仪器仪表的发展趋势。

(1) 新的微处理器和大规模集成电路、超大规模集成电路对智能仪器的影响。近年出现了几种先进的16位、32位微处理器,各种输入/输出(I/O)接口芯片,大容量RAM,这些器件对智能仪器的发展将产生很大的影响。不少仪器采用了单片机芯片,如银行计息器、微型打印机等,其结果提高了智能仪器的性能,减少了器件数目。将来智能仪器中广泛采用这些微处理器和集成电路,将使其功能大为增强,并可使性能显著提高。另外,采用多个微处理器的仪器亦在增多。

(2) 多功能智能仪器的发展。多功能本来就是智能仪器的一个特点,近年来,这方面又有了新的发展。例如,为了设计速度较快和结构较复杂的数字系统,仪器生产厂制造了具有脉冲发生器、频率合成器和任意波形发生器等功能的函数发生器。这种多功能的综合型产品在性能上(如准确度)不一定比专用脉冲发生器和频率合成器高,但它在相当宽的频率范围内进行各种测试提供了经济效益较高的解决方法。通常这种仪器价格较低,多与GP-IB接口总线兼容。

(3) 用于开发采用微处理器的仪器设备的仪器或系统,发展迅速,并向组合型发展。目前采用微处理器的仪器设备发展很快,用于开发这些仪器设备的仪器或系统也发展很快,例如逻辑分析仪、微处理器开发系统等,不仅发展很快,而且也向综合性系统发展。一般说来,调试数字硬件的有力工具是逻辑定时分析仪,调试软件的有力工具是逻辑状态分析仪和从属仿真器。但如果软件和硬件都单独调试,调试好后再结合在一起可能出现问题,因此需要用组合仪器设备进行软、硬件的联调。例如,Kontron电子公司生产的KLA逻辑分析仪,通过RS-232接口和Future Data公司的2300从属仿真器连接起来,构成了逻辑分析仪从属仿真器(LASEK)系统,它有助于采用微处理器的仪器设备的软、硬件联合开发与调试。

(4) 智能仪器可利用内部的微处理器增强自测试和诊断功能。近年来许多设计者非常重视这一问题,而且设计时就考虑到如何便于现场维修。例如,有一些仪器采用了特征分析技术,有一些在电路板上安排了适当的测试点,并使某些电路板能用扩展板抬高以便检测。此外,便于现场使用的简单便携式仪器也有发展。近年来,特征分析仪已经得到广泛应用,而随着数据通信和计算机网的发展,为了便于在现场查出网中有故障的器件,又出现了一些规约分析仪或数据通信测试仪,用来进行结构事件的逻辑分析以监视系统间的标准化数据通道。

(5) 逐步将间接测量参数变成直接测量参数。

(6) 数据域测试仪器正在兴起。智能仪器的发展,进一步暴露了经典的频域或时域测量技术与计算机技术的进步不相适应。70年代以来,数据域测量分析的概念开始形成,从而兴起了一类新的仪器——数据域测试仪器。这类仪器包括集成电路测试仪、逻辑分析仪、仿真器、字符发生器、特征信号分析仪及微型机开发系统等。这些仪器的使用与设计技术比较复杂,而且随着功能的增强,仪器兼容而使仪器变得更加复杂。这类仪器大多发展了屏幕软键提示以代替大量的多功能键,用菜单式对话程序来密切人机关

系。这类仪器的一些新产品具有一些自学习的功能。例如对安装在印制电路板上的元件电路进行测试,可以先测试一个完全正常的印制板上相应两个端点间在非通电状态下的等效电参数与工作状态下的逻辑变化规律,自动送入仪器的存贮器,从而建立起一个印制板/元件资料库,然后再来检测在调试与运行中的元件电路是否正常。这种带有资料库的仪器可以在现场用极简单的操作来进行复杂的检查。

(7) 智能生产过程控制仪器。生产过程控制系统是一个多层次的分散型的计算机系统,完成全企业的生产调度、过程控制和管理协调三大任务。在多层次系统中,面向过程控制的最低层次的是控制层,它由各种数字调节器、数据记录器、采集装置、可编程控制器和直接数字控制设备等组成。过程色谱仪、材料分析处理设备 etc 仪器也将作为在线仪器直接接到生产过程中去。智能仪器的发展已推动了生产过程控制仪器的更新换代,全新的智能化的生产过程控制仪器正在涌现。

(8) 个人仪器和专家系统仪器是值得重视的一个颇有前途的发展方向。

仪器仪表发展的新趋势当然决非只限于上述几个方面。仪器仪表作为知识密集和技术密集的产物,它的发展紧密地依赖于科学技术和社会生产的发展水平;反过来仪器仪表的发展,又将对科学技术和社会生产的发展产生巨大的推动。这就是仪器仪表永远保持旺盛生命力之根本所在。因此可以深信,无论在新技术革命的浪潮中,还是在发展高技术的过程中,或是在迎接信息社会到来的过程中,仪器仪表都会经受住严峻的挑战,发挥出应有的作用,并得到更大的发展。

1.6 智能化个人仪器

所谓个人仪器就是以个人计算机为基础的测试工具。1981年末,美国Northwest Instrument System公司和RC Electronics公司分别推出以Apple II为基础的数字存储示波器。它们是在Apple II内增加仪器插件板,将操作软件存贮在软盘上,通过探针或电缆获得被测信号,利用计算机的显示屏幕和键盘并由计算机本身处理波形,所得结果以和示波器相同的方式显示出来。这就是最早的个人仪器。

1.6.1 发展情况

70年代后期,个人计算机作为GP-IB(其中有IEEE-488或IEC625等的控制器)在自动测试系统中开始应用,近年来更为普遍。一些常用的个人计算机都有GP-IB插件板,配上此板后,就具备上述控制器功能。个人计算机在测量或测试中用于数据采集和处理也是70年代后期的事,在这方面它比普通智能仪器强多了,是一种物美价廉的工具。常用的个人计算机都有数据采集或模拟与数字通道板,也备有各种数据处理软件。

如前所述,最早的个人仪器是数字存储示波器。至于有人把作为通用接口总线控制器以及数据采集和处理之用的个人计算机归入个人仪器,这也是顺理成章的事。1982、1983年,个人仪器迅速发展,相继出现了逻辑分析仪和频谱分析仪等带有屏幕显示的产品。波形和信号发生器、温度测量仪、电压表、繁用表、元器件和集成电路测试仪等常用仪器都有了个人仪器式产品。最近两年,个人仪器又进入了高级仪器的范围。例如“微在线仿真器”(MICE),它和个人计算机一起构成个人微型机开发系统,用于智能化仪器

设备的开发。又如逻辑模拟器，它和IBM PC-XT/AT等功能强的个人计算机一起，用于集成电路设计自动化的重要阶段——逻辑模拟。个人仪器在短短的五六年内，占领了测试测量领域的许多方面，使不少独立的仪器（包括智能仪器）相形见绌，这自然是不无原因的。个人仪器主要具有下列优点：

1. 性能价格比好

个人计算机是大批量生产的成熟产品，软硬件配备齐全，功能较强，给它增添不多的软硬件便可构成某种个人仪器，其价格远低于独立的同类仪器。

2. 适应产品寿命周期短的情况

电子产品的更新周期越来越快，开发时间长的产品难以适应这种形势。但个人计算机是现成的，因而个人仪器的开发可将精力集中在专用软硬件上，从而显著缩减了研制时间与工作量，而且回收成本也快。有人估算，一台个人仪器式集成电路测试仪，若每月用两天，12—16个月就可收回成本；如每天使用，不到一个月即可收回成本。

3. 灵活性强

个人仪器用的软硬件开发和制造都很快，也比较容易，因而增添和更改某些功能相当方便，特别是软件的开发和更改更为容易。因而可满足用户的多种需要。

总之，个人仪器可充分利用个人计算机所固有的功能，如数据处理功能和汉字处理功能等。而在增添某种仪器功能后，个人计算机固有的功能并未丧失，即使不作仪器使用，照样可作为计算机使用。

由于上述优点，个人仪器自然成为物美价廉的畅销品。特别是拥有个人计算机的广大用户，只需花很少的钱购买软硬件，即可增添某种仪器功能，并提高已有个人计算机的利用率。但是，个人仪器也存在一些不足之处，或者说也受到某些限制，这将在后面附带说明。

1.6.2 基本结构

个人仪器经过近几年的发展，其结构除了将仪器插件板插入机箱的形式外，还出现了外部插件板、插件板箱（机架）或测试台，以及既有插入机内的插件板又有外加插件板、插件板箱等形式。

1. 内插式或插入式

将仪器插件板插入个人计算机的插槽内，再增加一些软件，就可作为某种仪器使用，外边几乎不需要增加什么装置（也许要增加探针或电缆插座之类），甚至也不必另增电源。这种结构非常简单，但受到一些限制。首先，个人计算机内插槽有限，而且为了减少干扰，仪器插件板还需与其他插件板保持一定距离（即要留空槽），因此可以插入的插件板为数有限。其次，个人计算机内干扰较大，不宜作某些精度要求高的和低电平测量测试，以及负载较重或较复杂的测量测试。总之，这种结构只适合比较简单和要求不太高的场合。

2. 外加式或外插件板箱式

外加装置包括外加仪器插件板、外加插件板箱（机架）及测试台等。根据功能和要求，外加装置的复杂和精密程度将有所不同。这种结构的个人仪器在性能上可能接近或赶上独立的同类仪器，甚至可能具有后者所没有的功能。通常，这种结构要在个人计算机内加上一个接口插件板，当然还需增添测试用软件。

3. 兼有插入和外加的组合结构

开发个人仪器也可采用既有插入个人计算机内的仪器插件板，又有外加插件板或机架的组合结构。实际上，用于某种个人计算机的几种插入式仪器插件板和外加式仪器插件板或机架，也可以适当地组合起来，成为具有多种仪器功能的个人仪器系统，只是软件可能要进行修改或再开发。

图1.2是个人仪器的结构框图，此图是通用的，包括上述三种结构形式。第一种结构没有外加部分，只有内插的仪器插件板；第二种结构附有外部插件板箱，内插只有接口板；第三种则是内插和外加兼有。

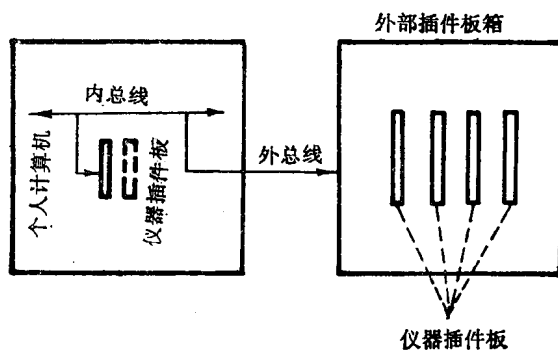


图 1.2 个人仪器的结构

除前述三种基本结构的个人仪器外，还有把一台或几台独立的仪器和个人计算机连接起来构成的个人仪器组合或局部网络系统。

个人仪器应选择通用且流行的个人计算机，以利推广。同时，还应尽可能不改造个人计算机，充分利用它原有的软硬件，新增硬件应尽量少，软件也不宜增加过多。当然，必要时也可对个人计算机加以改造，或采用专用个人计算机。

1.6.3 实例

现在，不但大多数传统仪器已有个人仪器式产品，而且已扩展到微型机开发系统和逻辑模拟器之类的复杂仪器设备。某些较简单的廉价测试系统也适于采用个人仪器系统。此外，某些特殊功能的测试也宜于采用个人仪器，因为可以快速而经济地研制出

来,例如数据线分析仪、硬磁盘测试仪、示波器校准仪和程控电源测试仪等,均已研制成功。个人仪器品种繁多,不能一一列举,下面选几种典型产品略加说明。

1. 集成电路测试仪

集成电路应用极广,因此它的测试是一个重要而普遍的问题。大、中型集成电路自动测试设备构造复杂、价格昂贵,一般用户难以购置,以致接收检验和筛选测试不能很好地进行,特别是大规模和超大规模集成电路几乎不能测试。个人仪器式集成电路测试仪初步解决了这个问题。Apple II 和 IBM PC 已有测试集成电路用的插件板和有关软件,可用于中小规模集成电路的测试。

1986年北京国际电子生产与半导体展览会展出的美国Prugmatic测试系统公司的PTS-1000是一种较好的集成电路测试仪。它用IBM PC-XT/AT作主机,附有测试电子设备即外部插件板箱(机架),自动操作器即测试台。

PTS-1000有四种产品:

PTS-1000 采用IBM PC-AT的数字测试系统,

PTS-1005 采用IBM PC-XT的数字测试系统,

PTS-1010 采用IBM PC-AT的线性/数字测试系统,

PTS-1015 采用IBM PC-XT的线性/数字测试系统。

其中,采用PC-AT的系统的测试速度大约是采用PC-XT的2—2.5倍。以PTS-1015为例,此系统主要包括以下资源:

(1) 具有256K的RAM、10兆字节硬盘和PC-DOS软件的IBM PC-XT个人计算机,高级PASIC控制语言。

(2) 程控电源。0— $\pm 16.384\text{V}$ 各一个;0— $\pm 40\text{V}$ 各一个;16位的0—10000V程控参考电压。

(3) +5V, +20V, -20V固定电源;10V, 10ppm温度补偿电压参考源。

(4) 22个数字驱动器/接收器;11个继电器驱动器。

(5) 28条引线(管脚)测量交叉点矩阵变换电路;一个16位高精度测量装置,并可进行有效值电压测量和直到500V/ μs 的变换率测量。

(6) 50Hz—2MHz程控数字时钟发生器,可自由运行或产生0—65535周期脉冲群。有能产生10Hz—100kHz正弦波、方波和三角波的波形发生器。

这些资源可以非常灵活地连接起来,并可通过个人计算机键盘用高级PBASIC语言直接控制。此系统主要用于中小规模集成电路的接收检验测试,其价格远低于可提供同样性能的独立测试系统,因而收回成本很快。至于个人计算机的原有功能,仍可照样使用。对大规模和超大规模集成电路的接收检验或中间测试主要是功能测试,通常需要产生测试图型,激励被测器件的数据、地址和控制线,并从获得的数据来判断该器件的响应是否正确,功能是否正常。用个人仪器测试仪测试这类电路并非易事,因为不能采用昂贵的高速器件以及某些适合大型测试系统的测试方法(如存贮响应法),所以必须寻求适合这种廉价测试仪的测试方法。