

电类实验与实践系列教材



教育科学“十五”国家规划课题研究成果

电工实验与实践

付家才 主编



高等教育出版社
HIGHER EDUCATION PRESS

教育科学“十五”国家规划课题研究成果

电工实验与实践

付家才 主 编
宋婀娜 宣丽萍 副主编

高等教育出版社

内容提要

本书从实验、实验教学角度出发,介绍了电工测量基础、电工实验、虚拟仪器、电工安全、常用电工材料、电工应用与实践,以电工实践为基础,强调理论与实践相结合。

本书总结多年教学和实践经验,内容深入浅出、图文并茂、实用性强。

本书既可用于本科院校有关专业学生的实验、实践技能培训,又可作为相关工程技术人员的参考书。

图书在版编目(CIP)数据

电工实验与实践/付家才主编. —北京:高等教育出版社,2004.8

ISBN 7-04-014553-7

I. 电... II. 付... III. 电工技术-实验-高等学校-教材 IV. TM-33

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2004)第 044941 号

策划编辑 李 慧 责任编辑 王莉莉 封面设计 李卫青 责任绘图 朱 静
版式设计 史新薇 责任校对 奎 辉 责任印制 陈伟光

出版发行 高等教育出版社
社 址 北京市西城区德外大街 4 号
邮政编码 100011
总 机 010-82028899

购书热线 010-64054588
免费咨询 800-810-0598
网 址 <http://www.hep.edu.cn>
<http://www.hep.com.cn>

经 销 新华书店北京发行所
排 版 高等教育出版社照排中心
印 刷 北京市白帆印务有限公司

开 本 787×960 1/16
印 张 19.5
字 数 350 000

版 次 2004 年 8 月第 1 版
印 次 2004 年 8 月第 1 次印刷
定 价 24.50 元

本书如有缺页、倒页、脱页等质量问题,请到所购图书销售部门联系调换。

版权所有 侵权必究

总 序

为了更好地适应当前我国高等教育跨越式发展需要,满足我国高校从精英教育向大众化教育的重大转移阶段中社会对高校应用型人才培养的各类要求,探索和建立我国高等学校应用型人才培养体系,全国高等学校教学研究中心(以下简称“教研中心”)在承担全国教育科学“十五”国家规划课题——“21世纪中国高等教育人才培养体系的创新与实践”研究工作的基础上,组织全国100余所以培养应用型人才为主的高等院校,进行其子项目课题——“21世纪中国高等学校应用型人才培养体系的创新与实践”的研究与探索,在高等院校应用型人才培养的教学内容、课程体系研究等方面取得了标志性成果,并在高等教育出版社的支持和配合下,推出了一批适应应用型人才需要的立体化教材,冠以“教育科学‘十五’国家规划课题研究成果”。

2002年11月,教研中心在南京工程学院组织召开了“21世纪中国高等学校应用型人才培养体系的创新与实践”课题立项研讨会。会议确定由教研中心组织国家级课题立项,为参加立项研究的高等院校搭建高起点的研究平台,整体设计立项研究计划,明确目标。课题立项采用整体规划、分步实施、滚动立项的方式,分期分批启动立项研究计划。为了确保课题立项目标的实现,组建了“21世纪中国高等学校应用型人才培养体系的创新与实践”课题领导小组(亦为高校应用型人才立体化教材建设领导小组)。会后,教研中心组织了首批课题立项申报,有63所高校申报了近450项课题。2003年1月,在黑龙江工程学院进行了项目评审,经过课题领导小组严格的把关,确定了首批9项子课题的牵头学校、主持学校和参加学校。2003年3月至4月,各子课题相继召开了工作会议,交流了各校教学改革的情况和面临的具体问题,确定了项目分工,并全面开始研究工作。计划先集中力量,用两年时间形成一批有关人才培养模式、培养目标、教学内容和课程体系等理论研究成果报告和研究报告基础上同步组织建设的反映应用型人才培养特色的立体化系列教材。

与过去立项研究不同的是,“21世纪中国高等学校应用型人才培养体系的创新与实践”课题研究在审视、选择、消化与吸收多年来已有应用型人才探索与实践成果基础上,紧密结合经济全球化时代高校应用型人才工作的实际需要,努力实践,大胆创新,采取边研究、边探索、边实践的方式,推进高校应用

型人才培养工作,突出重点目标,并不断取得标志性的阶段成果。

教材建设作为保证和提高教学质量的重要支柱和基础,作为体现教学内容和教学方法的知识载体,在当前培养应用型人才中的作用是显而易见的。探索、建设适应新世纪我国高校应用型人才培养体系需要的教材体系已成为当前我国高校教学改革和教材建设工作面临的十分重要的任务。因此,在课题研究过程中,各课题组充分吸收已有的优秀教学改革成果,并和教学实际结合起来,认真讨论和研究教学内容和课程体系的改革,组织一批学术水平较高、教学经验较丰富、实践能力较强的教师,编写出一批以公共基础课和专业、技术基础课为主的有特色、适用性强的教材及相应的教学辅导书、电子教案,以满足高等学校应用型人才的需要。

我们相信,随着我国高等教育的发展和高校教学改革的不断深入,特别是随着教育部“高等学校教学质量和教学改革工程”的启动和实施,具有示范性和适应应用型人才培养的精品课程教材必将进一步促进我国高校教学质量的提高。

全国高等学校教学研究中心

2003年4月

前 言

根据教育部本科应用型人才培养目标的精神,为满足本科电类相关专业实验、实习和工程实践能力培养的需要,我们组织编写了一套电气方面实验与实践系列教材,涵盖电工、电子、电机、电气控制、PLC、单片机等内容。

本套教材立足于本科应用型人才培养目标,适应于社会发展需要,提高学生工程实践能力。本套教材既注意到实验方法和过程介绍,同时对工业设计和过程也作了具体介绍,成为通向社会实际应用的一座桥梁。本套教材有《电机实验与实践》、《电子实验与实践》、《电工实验与实践》、《电气控制实验与实践》、《单片机实验与实践》、《PLC 实验与实践》6 本书。

《电工实验与实践》在编写上既突出实验与实践的结合、验证性实验与设计性实验的结合、虚拟实验与操作实验结合的教学方法,又注重与本套教材整体内容的整合及联系。本书侧重于实验方法和实验技能,实验从验证到设计,由浅入深,并强调实验过程对技能和工艺性的培养要求。全书共分为 6 章:第 1 章电工测量基础,第 2 章电工实验,第 3 章虚拟仪器,第 4 章电工安全,第 5 章常用电工材料,第 6 章电工应用与实践。

本书由付家才教授主编,宋婀娜、宣丽萍任副主编,第 1 章、第 3 章由宣丽萍编写,第 2 章由常国祥编写,第 4 章~第 6 章由宋婀娜编写,全书由付家才策划和统稿。

本书由哈尔滨工业大学陈希有教授主审,在审阅过程中提出了许多宝贵的意见和建议,在此表示衷心的感谢。

由于编者水平有限,书中不足之处在所难免,敬请广大读者批评指正。

编 者

2004 年 3 月

目 录

第 1 章 电工测量基础	1
1.1 测量的基本知识	1
1.1.1 测量的基本概念和常用术语	1
1.1.2 测量方法	2
1.2 电工测量仪表	4
1.2.1 电工指示仪表的基本组成和工作原理	4
1.2.2 常用电工仪表的分类	5
1.2.3 电工测量仪表的发展	5
1.2.4 电工仪表的选择	7
1.3 测量误差	8
1.3.1 测量误差的表示方法	9
1.3.2 测量误差的分类	12
1.3.3 系统误差的消除	13
本章小结	15
习题与思考题	15
第 2 章 电工实验	16
2.1 验证性实验	16
2.1.1 电工仪表的使用与测量误差	16
2.1.2 减小仪表测量误差的方法	20
2.1.3 电路元件伏安特性的测绘	24
2.1.4 电位、电压的测定及电路电位图的绘制	27
2.1.5 基尔霍夫定律的验证	29
2.1.6 叠加定理的验证	31
2.1.7 电压源与电流源的等效变换	33
2.1.8 戴维宁定理——有源二端网络等效参数的测定	36
2.1.9 受控源实验研究	39
2.1.10 典型电信号的观察与测量	46
2.1.11 RC 一阶电路响应测试	49
2.1.12 二阶动态电路响应测试	52
2.1.13 R 、 L 、 C 元件阻抗频率特性的测定	53

2.1.14	用三表法测量交流电路等效参数	55
2.1.15	正弦稳态交流电路相量的研究	59
2.1.16	RC 选频网络特性测试	62
2.1.17	RLC 串联谐振电路的研究	64
2.1.18	二端口网络测试	67
2.1.19	互感电路观测	70
2.1.20	三相电路电压、电流的测量	73
2.1.21	三相电路功率的测量	75
2.1.22	功率因数及相序的测量	79
2.1.23	负阻抗变换器	81
2.1.24	回转器	85
2.2	设计性实验	89
2.2.1	等效变换	89
2.2.2	受控源变换	93
2.2.3	一阶电路	96
2.2.4	二阶电路	98
2.2.5	谐振电路	100
2.2.6	交流电路参数测量	103
2.2.7	选频网络特性	106
2.2.8	功率因数提高	110
2.3	虚拟实验	112
2.3.1	电阻、电感、电容的伏安特性	112
2.3.2	分压器和分流器	117
2.3.3	直流电路中的电功率	119
2.3.4	节点电压分析	122
2.3.5	戴维宁和诺顿等效电路	125
2.3.6	电容串、并联电路	128
2.3.7	电感元件串、并联电路	131
2.3.8	感抗、容抗的研究	134
2.3.9	串联交流电路的阻抗	139
2.3.10	基尔霍夫定律在交流电路中的应用	144
2.3.11	交流节点电压分析	148
2.3.12	交流电路网孔分析	150
2.3.13	无源滤波器	152
	本章小结	157
	习题与思考题	157

第3章 虚拟仪器

3.1	虚拟仪器概述	158
-----	--------------	-----

3.1.1	虚拟仪器概念与特点	158
3.1.2	虚拟仪器的分类	160
3.1.3	HS801 虚拟仪器介绍	162
3.2	示波器	163
3.2.1	示波器的功能与基本特性	163
3.2.2	示波器的显示窗口	165
3.2.3	示波器的菜单栏	165
3.2.4	示波器的工具栏	194
3.3	伏特计	195
3.3.1	伏特计的功能	195
3.3.2	伏特计的显示窗口	195
3.3.3	伏特计的菜单栏	196
3.4	瞬态记录仪测量系统	205
3.4.1	瞬态记录仪的基本功能与特征	205
3.4.2	瞬态记录仪的显示窗口	206
3.4.3	瞬态记录仪的功能设置	207
3.5	频谱分析仪	209
3.5.1	频谱分析仪的基本功能和特性	209
3.5.2	频谱分析仪的显示窗口	210
3.5.3	频谱分析仪的功能设置	211
3.6	任意波形产生器	218
3.7	应用举例	219
	本章小结	224
	习题与思考题	224
第 4 章	电工安全	225
4.1	触电与安全用电	225
4.1.1	触电定义及分类	225
4.1.2	常见的触电方式	226
4.1.3	常见触电的原因	227
4.2	安全用电与触电急救	228
4.2.1	基本安全措施	228
4.2.2	安全操作(安全作业)	229
4.2.3	接地与接零	230
4.2.4	触电急救	233
	本章小结	233
	习题与思考题	234
第 5 章	常用电工材料	235
5.1	导电材料	235

5.1.1	铜和铝	235
5.1.2	电线与电缆	236
5.1.3	电热材料	237
5.1.4	电碳制品	237
5.1.5	电力线及其选用	237
5.2	绝缘材料	243
5.2.1	常用的绝缘材料	243
5.2.2	绝缘材料的主要性能指标	244
5.3	导磁材料	244
5.3.1	软磁材料	245
5.3.2	硬磁材料	245
	本章小结	245
	习题与思考题	245
第6章	电工应用与实践	246
6.1	电度表的应用	246
6.1.1	电度表结构及使用	246
6.1.2	电度表的综合实践	251
6.2	万用表的应用	254
6.2.1	万用表结构及使用	254
6.2.2	万用表的综合实践	255
6.3	照明线路的安装	257
6.3.1	室内照明装置的安装	257
6.3.2	室内照明线路的故障排除	260
6.3.3	综合实践 护套线照明电路的安装	261
6.4	常用电工工具、仪表的应用	264
6.4.1	常用电工工具	264
6.4.2	常用电工仪表	267
6.4.3	综合实践	270
6.5	导线连接与绝缘的恢复	272
6.5.1	导线绝缘层的剥离	272
6.5.2	导线的连接	274
6.5.3	导线的封端	278
6.5.4	导线绝缘的恢复	279
6.5.5	综合实践	280
6.6	常用电器的认识	281
6.6.1	常用低压电器	281
6.6.2	交流电动机	289
6.6.3	常用光源	292

6.6.4 综合实践	294
本章小结	295
习题与思考题	296

第1章

电工测量基础

1.1 测量的基本知识

□ 1.1.1 测量的基本概念和常用术语

测量是人类对客观事物取得数量概念的认识过程,是人们认识和改造自然的一种不可缺少的重要手段。在自然界中,对于任何被研究的对象,若要定量地进行评价,必须通过测量来实现。在电工电子技术领域中,正确的测量更为重要。

测量的定义:是以确定被测对象的量值为目标而进行的一组操作。

在测量过程中,不可避免地存在着误差,即测量误差客观存在于一切科学实验与工程实践中。在表示测量结果时应将测量结果与误差同时标注出来,说明测量结果的可信赖程度。

测量的常用术语如下:

① 量值:由数值(大小及符号)与相应的计量单位的乘积表示量的大小。例如,6 mV、1 A 等。

当然,测量的结果也可以用一组数据、曲线或图形等方式表示出来,但它们同样包含着具体的数值与单位。没有单位,量值是没有物理意义的。

② 被测量:被测量的量。它可以是待测量的量,也可以是已测量的量。如测量电压时,电压即为被测量。

③ 影响量:不是被测量,但却影响被测量的量值或计量器具示值的量。例如,测量电阻时,环境温度就是它的一个影响量。

④ 量的真值:某量在所处的条件下被完美地确定或严格定义的量值。或者

可以理解为没有误差的量值。量的真值是一个理想的概念,实际上不可能确切得知,只能随着科学技术的发展和人们认识的提高逐渐接近它。近年来,在测量不确定度的表述中,鉴于量的真值是一个理想的概念,已不再使用它,而代之以“量的值”或“被测量的值”。

⑤ 约定真值:为约定目的而取的可以代替真值的量值。一般来说,约定真值与真值的差值可以忽略不计。故在实际应用中,约定真值可以代替量的真值。

⑥ 准值:具有明确规定的值。例如,该值可以是被测值、测量范围上限、刻度盘范围、某一预调值或者其他明确规定的值。

⑦ 示值:对于测量仪器,是指示值或记录值;对于标准器具,是标称值或名义值;对于供给量仪器,是设置值或标称值。

⑧ 额定值:由制造者为设备或仪器在规定工作条件下指定的量值。

⑨ 读数:仪器刻度盘或显示器上直接读到的数字。例如,以 100 分度表示 50 mA 的电流表,当指针指在 40 时,读数是 40,而示值为 20 mA。有时为了避免差错和便于查对,在记录测量的示值时应同时记下直接的读数。

⑩ 实际值:满足规定精确度的用来代替真值的量值。实际值可以理解为由实验获得的,在一定程度上接近真值的量值。在计量检定中,通常将上级计量标准所复现的量值称为下级计量器具的实际值。

⑪ 测得值(测量值):由测量得出的量值。它可能是从计量器具上直接得出的量值,也可能是通过必要的换算查表等(如系数换算、借助于相应的图表或曲线等)所得出的量值。

□ 1.1.2 测量方法

测量方法的正确与否是十分重要的,它直接关系到测量工作能否正常进行和测量结果的有效性。应根据测量任务提出的精度要求和其他技术指标,进行认真的分析和研究,找出切实可行的测量方法,选择合适的测量仪表、仪器或装置,然后进行测量。

测量方法的分类是多种多样的。根据测量时被测量是否随时间变化可分为静态测量和动态测量;根据测量条件可分为等精度测量和非等精度测量;根据测量元件是否与被测介质接触可分为接触式测量和非接触式测量;根据测量方法可分为直接测量、间接测量和组合测量;根据测量方式可分为直读式测量、零位式测量和微差式测量。下面着重介绍后两种分类方法。

(1) 按测量方法分

① 直接测量。在使用仪表进行测量时,对仪表读数不需经过任何运算就能直接表示测量所需的结果,称为直接测量。例如用电流表测电路中某一支路的电流;用温度计测量温度等。此方法广泛应用于工程中。

② 间接测量。用直接测量方法测量几个与被测量有确切函数关系的物理量,然后通过函数关系式求出被测量的值,称为间接测量。例如测量导体的电阻率 ρ , 可以通过测量该导体的电阻和它的长度 l 及其截面积 A , 然后通过下式求电阻率 ρ

$$\rho = \frac{RA}{l} \quad (1-1)$$

间接测量法的测量手续繁多,花费时间较长,在下列情况之一者,才进行间接测量:

a. 直接测量很不方便,例如直接测量晶体管集电极电流 I_C 很不方便,可直接测量某集电极电阻(R_C)上的电压 U_{R_C} ,然后用公式 $I_C = U_{R_C}/R_C$ 算出 I_C 。

b. 直接测量误差大。

c. 缺乏直接测量仪器。

d. 有多参数综合测试仪,测量手续可以简化等。

间接测量法多在实验室中使用,在工程测量中很少用。

③ 组合测量。它是兼用直接测量和间接测量的方法。将被测量和另外几个量组成联立方程,通过测量这几个量来最后求解联立方程,从而得出被测量的大小。此时用计算机来求解,是比较方便的。

(2) 按测量方式分

① 直读式测量。直接从仪器、仪表的刻度线上读出测量结果的方法称为直读测量法。例如,用电压表测量电压,用温度计测量温度等都是直读测量法。这种方法是根据仪器、仪表的读数来判断被测量的大小的,从表面上看似与标准量进行直接比较,但由于使用的指示仪表在生产制造和校正过程中必须借助于标准仪表,因此在直读式测量中,被测量和标准量的比较是间接进行的。

这种方法具有简单易行、迅速方便等优点,被广泛应用。

② 零位式测量(又称补偿式或平衡式测量)。测量过程中,用指零仪的零位指示检测、测量系统的平衡状态,在测量系统达到平衡时,用已知的基准量决定未知量的测量方法,称为零位式测量。用此方法进行测量时,标准量具装在仪表内,在测量过程中标准量直接与被测量相比较。测量时,要调整标准量,即进行平衡操作,一直到被测量与标准量相等,即指零仪回零。例如用电位差计测量被测电动势即为零位式测量。

采用此方法测量的优点是可获得较高的测量精度,但测量时操作复杂,测量速度也较慢。此方式不适于测量快速变化的信号,而只适于测量缓慢变化的信号。

③ 微差式测量。微差式测量综合了直读式测量和零位式测量的优点。它将被测量 x 与已知的标准量 N 进行比较,得到差值 $\Delta x = x - N$,然后用高灵敏

度的直读式仪表测量微差 Δx , 因此可得到被测量 $x = N + \Delta x$ 。由于微差 $\Delta x \ll N, \Delta x \ll x$, 虽然直读式测量仪表测量 Δx 时, 精度可能不高, 但是测量 x 的精度仍然很高。

微差式测量方法的优点是反应快、测量精度高, 既适于测量缓慢变化的信号, 也适于测量迅速变化的信号, 因此, 在实验室和工程测量中都得到广泛应用。

各种测量方法都有各自的特点, 在选择测量方法时, 应首先研究被测量本身的特性、所提出的精度要求、环境条件及所具有的测量仪表(装置)、仪器等, 经综合考虑, 再确定采用哪种测量方法和选择哪些测量设备。

1.2 电工测量仪表

用来测量电流、电压、功率等电量的仪器、仪表, 称为电工测量仪表。它不仅可以用来测量各种电量, 还可以利用相应变换器的转换来间接测量各种非电量, 如温度、压力等。在种类繁多的电工仪表中, 应用最广、数量最大的是指示式仪表。另外随着科学技术的发展, 数字仪表、智能仪表和虚拟仪表也逐渐应用于电工测量中。

□ 1.2.1 电工指示仪表的基本组成和工作原理

电工指示仪表的基本工作原理都是将被测电量或非电量转换成指示仪表活动部分的偏转角位移量。如图 1-1 所示, 电工指示仪表一般由测量线路和测量机构两个部分组成。

被测量往往不能直接加在测量机构上, 一般需要将被测量转换成测量机构可以测量的过渡量, 这个将被测量转换为过渡量的结构部分称为测量线路。将过渡量按某一关系转换成偏转角的机构称为测量机构, 它由活动部分和固定部分组成, 是仪表的核心。

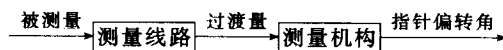


图 1-1 电工指示仪表的基本组成

测量线路的作用是利用测量机构把被测电量或非电量转换为能直接测量的电量。测量机构的主要作用是产生使仪表指示器偏转的转动力矩, 以及产生使指示器保持平衡和迅速稳定的反作用力矩及阻尼力矩。

它的活动部分可在偏转力矩的作用下偏转。同时测量机构产生反作用力矩的部件所产生的反作用力矩也作用在活动部件上, 当转动力矩与反作用力矩相等时, 可动部分便停止下来。由于可动部分具有惯性, 以至于可动部分达到平衡

时不能迅速停止下来,而是在平衡位置附近来回摆动。测量机构中的阻尼装置产生的阻尼力矩使指针迅速停止在平衡位置上,指示出被测量的大小,这就是电工指示仪表的基本工作原理。

□ 1.2.2 常用电工仪表的分类

电工测量仪表种类繁多,分类方法也各有不同,了解电工测量仪表的分类,有助于认识它们所具有的特性,对了解电工测量仪表的原理有一定的帮助。下面介绍几种常见的电工测量仪表的分类方法。

(1) 按仪表的工作原理分类

根据测量仪表的工作原理,指示式仪表有以下几种类型:磁电系仪表、电磁系仪表、电动系仪表、感应系仪表、电子系和整流系仪表等。

(2) 按测量对象分类

根据测量对象的不同,指示式仪表有电流表、电压表、功率表、电阻表、频率表以及多种用途的万用表等。

(3) 按测量电量的种类分类

根据测量电量的类型不同,指示式仪表分为直流仪表、单相交流表、交直两用表和三相交流表。

(4) 按测量准确度分类

根据测量准确度等级,仪表有 0.1、0.2、0.5、1.0、1.5、2.5、5.0 共七个等级。

(5) 按仪表的内部结构分类

根据仪表的内部结构,仪表有模拟仪表、数字仪表、智能仪表等。

□ 1.2.3 电工测量仪表的发展

(1) 电工测量仪表的发展

电工测量仪表的发展大体经历了如下四个阶段。

① 模拟仪表。模拟仪表基本结构是电磁机械式的,借助指针来显示测量结果。

② 数字仪表。数字仪表将模拟信号的测量转换为数字信号的测量,并以数字方式输出测量结果。

③ 智能仪表。智能仪表内置微处理器和 GPIB 接口,既能进行自动测量又具有一定的数据处理能力。它的功能模块全部以硬件或固化的软件形式存在,但在开发或应用上缺乏灵活性。

④ 虚拟仪器。虚拟仪器是一种功能意义上的仪器,在微型计算机上添加强大的测试应用软件和一些硬件模块,具有虚拟仪器面板和测量信息处理系统,使用户操作微机就像操作真实仪器一样。虚拟仪器强调软件的作用,提出“软件就

是仪器”的概念。

(2) 现代电工测量技术的发展趋势

随着微电子技术、计算机技术及数字信号处理(DSP)等先进技术在测试技术中的应用,就共性和基础技术而言,现代电工测量技术的发展趋势是:集成仪器、测试系统的体系结构、测试软件、人工智能测试技术等方面,以下着重讲述集成仪器和测试软件两个方面。

① 集成仪器概念。仪器与计算机技术的深层次结合产生了全新的仪器结构概念。从虚拟仪器、卡式仪器、VXI 总线仪器……直至集成仪器概念,至今还未有正式的定义。一般说来,将数据采集卡插入计算机空槽中,利用软件在屏幕上生成虚拟面板,在软件引导下进行信号采集、运算、分析和处理,实现仪器功能并完成测试的全过程,这就是所谓的虚拟仪器。即由数据采集卡、计算机、输出(D/A)及显示器这种结构模式组成仪器通用硬件平台,在此平台基础上调用测试软件完成某种功能的测试任务,便构成该种功能的测量仪器,成为具有虚拟面板的虚拟仪器。在此同一平台上,调用不同的测试软件就可构成不同功能的虚拟仪器,故可方便地将多种测试功能集于一体,实现多功能集成仪器。因此,出现了“软件就是仪器”的概念,如对采集的数据通过测试软件进行标定和数据点的显示就构成一台数字存储示波器;若对采集的数据利用软件进行快速傅里叶变换(FFT),则构成一台频谱分析仪;……

② 测试软件。在测试平台上,调用不同的测试软件就构成不同功能的仪器,因此软件在系统中占有十分重要的地位。在大规模集成电路迅速发展的今天,系统的硬件越来越简化,软件越来越复杂,集成电路器件的价格逐年大幅下降,而软件成本费用则大幅上升。测试软件不论对大的测试系统还是单台仪器子系统来讲都是十分重要的,而且是未来发展和竞争的焦点。有专家预言:“在测试平台上,下一次大变革就是软件。”信号分析与处理要求取的特征值,如:峰值、真有效值、均值、方均根值、方差、标准差等,若用硬件电路来获取,其电路极为复杂,若要获得多个特征值,电路系统则很庞大;而另一些数据特征值,如相关函数、频谱、概率密度函数等则是不可能用一般硬件电路来获取的,即使是具有微处理器的智能化仪器,如频谱分析仪、传递函数分析仪等。而在测试平台上,信号数据特征的定义式用软件编程很容易实现,从而使得那些只能是“贵族式”分析仪器才具有的信号分析与测量功能得以在一般工程测量中实现,使得信号分析与处理技术能够广泛应用于工程生产实践。

软件技术对于现代测试系统的重要性,表明计算机技术在现代测试系统中的重要地位。但不能认为,掌握了计算机技术就等于掌握了测试技术。这是因为,计算机软件永远不可能全部取代测试系统的硬件,不懂得测试系统的基本原理不可能正确地组建测试系统和正确应用计算机。一个专门的程序设计者,可