

零起点
超快学

起点低，入门快，易看易懂
动脑学，动手做，相辅相成

LINGQIDIAN CHAOKUAI XUE DIANZI CILIANG

零起点
超快学

电子测量

王成安 余威明 编著

非
外
借



化学工业出版社

LINGQIDIAN CHAOKUAI XUE DIANZI CECIANG

零起点 超快学

电子测量

王成安 余威明 编著



化学工业出版社

· 北 京 ·

本书从零开始,循序渐进地介绍了电子测量技术的相关知识,主要包括:电子测量技术入门、电子元器件的参数测量、电流和电压测量、频率和时间测量、晶体管的特性参数测量、电路的频率特性测量、数据信号测量、智能化测量仪器与自动测量系统、虚拟测量技术应用等,使零起点的读者能够轻松入门,打下扎实的电子测量技术基础。

本书内容实用性强,图文并茂,通俗易懂,适合电子技术初学者、爱好者、初级从业人员学习使用,也可用作职业院校、培训学校等相关专业的教材和参考书。

图书在版编目(CIP)数据

零起点超快学电子测量/王成安,余威明编著. —北京:
化学工业出版社, 2018.10

ISBN 978-7-122-32659-1

I. ①零… II. ①王…②余… III. ①电子测量技术
IV. ①TM93

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2018) 第 157557 号

责任编辑: 要利娜
责任校对: 秦 姣

文字编辑: 吴开亮
装帧设计: 刘丽华

出版发行: 化学工业出版社 (北京市东城区青年湖南街 13 号 邮政编码 100011)

印 刷: 三河市航远印刷有限公司

装 订: 三河市瞰发装订厂

787mm×1092mm 1/16 印张 11 字数 252 千字 2019 年 1 月北京第 1 版第 1 次印刷

购书咨询: 010-64518888

售后服务: 010-64518899

网 址: <http://www.cip.com.cn>

凡购买本书, 如有缺损质量问题, 本社销售中心负责调换。

定 价: 39.00 元

版权所有 违者必究





前言

电子技术飞速发展，影响人们的衣食住行。本书从最基本、最简单的测量概念讲起，从测量对象入手，指导初学者使用各种电子测量仪器来达到测量目的，帮助其逐步提高电子测量的技能。

尤为可贵的是，本书还介绍了一些新颖的电子测量技术，比如自动测量系统和虚拟测量仪器。有这本书中介绍的技术和仪器作为引导，你可以一步一步走向电子测量技术的高峰。

作为初学者，要从学习现代电子测量技术中的基本知识和基本技能入手，熟悉基本的测量方法、常用的测量仪器，懂得最新的电子测量技术，知道新流行的电子测量技术的软件，还要亲自对电子电路进行测量操作。

随着电子测量技术的提高，还要学习在电子测量技术中常用的传感器件（尤其是集成化的传感器模块），学会读懂电子测量所用的连线图，掌握最新的电子仪器和虚拟仪器，运用计算机进行各种电路的仿真，这样才能为掌握现代电子测量技术奠定坚实的基础。

通过实践你会发现，电子测量技术就在自己身边。学习电子测量技术，会激起你的极大兴趣，并给你带来无穷的欢乐。让我们共同遨游在电子测量技术的海洋里，为社会的发展和进步、为人类生活的更加美好做出贡献。

本书打破了以往以测量仪器为中心介绍测量技术的编写方法，从测量任务入手，以测量对象为中心，介绍相关的测量仪器及测量的操作方法，内容先进实用，具有指导性和可操作性。书中反映了电子测量技术的新成果和发展趋势，尤其是对近年来兴起的虚拟测量技术、智能化测量仪器与自动测量系统都做了通俗易懂的介绍，使读者了解电子测量技术的最新发展。

本书由广州城建职业学院王成安教授和浙江工贸职业技术学院余威明副教授编著。在编著本书的过程中，编者与浙江亚龙教育装备股份有限公司的技术人员进行了多次商讨，并亲自使用操作浙江亚龙教育装备股份有限公司生产的仪器设备，得到了许多数据。浙江工贸职业技术学院的孙平教授仔细审阅了书稿，提出了许多建设性意见，对编著本书给予了很大帮助。此外，王文革、杨德明、荆轲、毕秀梅、

李亚平、王超、贾厚林、宋月丽、刘喜双、王春、王子凡等也为本书编写提供了大量帮助。

由于编著者水平有限，书中不当之处在所难免，望各位专家读者批评指正。

编著者

目录

第 1 章 电子测量技术入门	001
1.1 对象与方法——需要明确的问题	001
1.1.1 电子测量的对象	001
1.1.2 电子测量的方法	003
1.2 信号与测量——需要了解的仪器	004
1.2.1 测量前需要清楚的三个问题	004
1.2.2 常用的电子测量仪器	005
1.3 四舍六入——与众不同的数据处理方法	008
1.3.1 电子测量数据的误差	008
1.3.2 对电子测量数据误差的处理方法	010
第 2 章 电子元器件的参数测量	013
2.1 电阻器测量	013
2.1.1 使用万用表测量电阻器	013
2.1.2 使用万用电桥测量电阻器	016
2.1.3 使用直流电阻测试仪测量微小电阻值	019
2.2 电容器测量	021
2.2.1 使用万用表测量电容器	021
2.2.2 使用万用电桥测量电容器	023
2.2.3 使用高频 Q 表测量电容器	024
2.3 电感器测量	030
2.3.1 使用万用表测量电感器	030
2.3.2 使用电桥类仪器测量电感器	031
2.3.3 使用高频 Q 表测量电感器	033
第 3 章 电流和电压测量	035
3.1 电流测量	035
3.1.1 直流电流的测量	035

3.1.2	交流电流的测量	037
3.2	电压测量	039
3.2.1	直流电压的测量	039
3.2.2	交流电压的测量	040
3.3	使用数字式电压表测量电压	045
3.3.1	数字式电压表的主要性能	045
3.3.2	数字式电压表的组成	046
3.4	使用万用表测量电压	048
3.4.1	使用指针式万用表测量电压	048
3.4.2	使用数字式万用表测量电压	050
3.5	使用示波器测量电压	053
3.5.1	YB4320 型双踪四迹示波器	053
3.5.2	使用 YB4320 型双踪四迹示波器测量电压	053
第 4 章	频率和时间测量	056
4.1	初步认识频率和时间	056
4.1.1	频率和时间的含义	056
4.1.2	测量频率方法	058
4.2	频率测量	060
4.2.1	用示波器测量频率	060
4.2.2	用电子计数器测量频率	061
4.2.3	用数字频率计测量频率	063
4.3	相位差测量	066
4.3.1	用示波器测量相位差	066
4.3.2	用电子计数器测量相位差	068
第 5 章	晶体管的特性参数测量	070
5.1	测量晶体管特性参数的专用仪器	070
5.1.1	晶体管的特性参数	070
5.1.2	晶体管特性图示仪	072
5.2	使用晶体管特性图示仪测量晶体管	074
5.2.1	测量二极管的特性参数	074
5.2.2	测量三极管的特性参数	074
5.2.3	测量场效应管的特性参数	075
5.3	XJ4810 型晶体管特性图示仪	076

5.3.1	XJ4810 型晶体管特性图示仪的结构和作用	076
5.3.2	使用 XJ4810 型晶体管特性图示仪测量晶体管	078
第 6 章 电路的频率特性测量		081
6.1	信号频谱与频谱测量	082
6.1.1	信号频谱	082
6.1.2	测量频率特性的方法	083
6.2	测量频率特性的专用仪器	085
6.2.1	频率特性测试仪的组成和作用	085
6.2.2	BT-3 型频率特性测试仪	086
6.3	频谱分析仪	090
6.3.1	频谱分析仪的功能和种类	090
6.3.2	频谱分析仪的主要技术指标和使用注意事项	092
6.3.3	典型频谱分析仪的特点	093
6.3.4	使用 BT-3 型频率特性测试仪测量频率特性	095
第 7 章 数据信号测量		097
7.1	数据域分析与测量	097
7.1.1	数据域分析	097
7.1.2	数据域的测量	099
7.2	数据域测量的专用仪器	101
7.2.1	使用宽带示波器测量数据域	101
7.2.2	使用逻辑笔测量数据域	102
7.2.3	使用逻辑夹测量数据域	103
7.2.4	使用逻辑信号发生器测量数据域	104
7.2.5	使用逻辑分析仪测量数据域	105
第 8 章 智能化测量仪器与自动测量系统		110
8.1	智能化测量仪器	110
8.1.1	智能仪器的含义	110
8.1.2	标准接口总线	112
8.2	智能仪器的独特功能	114
8.2.1	硬件故障的自检功能	115
8.2.2	自动测量功能	115
8.3	智能仪器的典型产品	117

8.3.1 智能化数字电压表	117
8.3.2 智能化数字存储示波器	125
8.4 自动测量系统	128
8.4.1 自动测量系统的发展	128
8.4.2 个人仪器	130
第9章 虚拟测量技术应用	133
9.1 虚拟测量技术	133
9.1.1 虚拟仪器测量系统	133
9.1.2 虚拟仪器软件——LabVIEW	135
9.1.3 电路仿真软件——Multisim	137
9.2 初识 Multisim 10.0 仿真软件	138
9.2.1 Multisim 10.0 仿真软件的特点	138
9.2.2 虚拟仪器的核心内容	139
9.2.3 Multisim10.0 软件的基本栏	141
9.2.4 Multisim10.0 软件各个栏目的详细解读	142
9.3 使用 Multisim 软件进行电路仿真	150
9.3.1 分压式共射极放大电路的仿真	150
9.3.2 多谐振荡器电路的仿真	155
9.3.3 二极管闪烁电路的仿真	156
9.3.4 采样保持器电路的仿真	158
9.4 逻辑转换仪	159
9.4.1 逻辑转换仪的含义	159
9.4.2 逻辑转换仪的功能	160
参考文献	166

• 第 1 章 •

➡ 电子测量技术入门

在日常生活中，人们离不开测量技术，比如人的身高和体重都需要经过测量才能准确地知道；人们在菜市场买菜也要用到测量，需要商贩用电子秤称量蔬菜的重量，才会付款；医生有时需要给病人测量体温、测量血压甚至做 CT 扫描，才能及时了解病人的身体状况，对病情作出相应的判断。

电子测量技术是使用电子仪器对各种物理量进行的测量。我国的电力系统采用三相四线制供电，一般家中所用的交流电的电压是 220V，工厂的大型用电设备需要使用 380V 的交流电。可以用万用表对电压进行测量，也可以用其他仪器进行测量。

实践发现，使用不同的测量仪器，测量出的交流电压数值是不一样的，甚至使用同一种仪器对交流电压进行多次测量，每次测量的结果也会不一样。到底哪个结果是准确的呢？这是测量人员在实际测量中常会遇到的难题。

电子测量过程中出现的各种问题该如何处理呢？请你打开这本书往下看，答案就在下面。

➡ 1.1 对象与方法——需要明确的问题

测量是人们对客观事物取得数值的认识过程，在这个过程中需要借助于专门的设备，通过实际操作，使人们获得对客观事物的真正认识。

1.1.1 电子测量的对象

1. 电子测量的含义

凡是使用电子仪器仪表进行的测量都是电子测量，电子测量的结果是各种电量或者是各种元器件的参数。

测量的结果是由两部分组成的，一个是数值，一个是单位，具有数值和单位的测量结果才有明确的意义。比如人们家庭使用的单相交流电的电压是 220V，其中 220 是数值，V 是单位；再比如测量某电阻的阻值为 $10\text{k}\Omega$ ，10 是数值， $\text{k}\Omega$ 是单位；再如测量某三极管的集电极电流为 5mA ，5 是数值，mA 是单位。这些数值都有明确的意义。

2. 电子测量的对象

(1) 对电量进行测量

对电量进行的测量包括对交流电压、直流电压、交流电流、直流电流、电功率和用电量等的测量。

(2) 对电信号参数进行测量

对电信号参数进行的测量包括对信号的频率、周期、相位差和失真度等参数的测量。

(3) 对电子元器件参数的测量

对电子元器件参数进行的测量包括对阻值、电感量、电容量、品质因数、三极管交流电流放大系数等的测量。

(4) 对电子设备性能的测量

对电子设备性能的测量包括对放大器电路的放大倍数、灵敏度、选择性、噪声系数等技术指标的测量。

(5) 对电路特性曲线和元器件特性曲线的测量

这个测量包括对整机电路的频率特性曲线、各种元器件的伏安特性曲线等的测量。

(6) 对非电量的测量

电子测量的测量范围并不仅限于对各种电量的测量，还能对各种非电量进行测量，这种测量需要借助于各种传感器。传感器将各种非电量如压力、流量、温度、速度等转换成电信号，然后送到电子仪器中，从而实现对非电量的测量。在上述各种测量中，测量频率、时间、电压和阻抗是测量其他参数的基础。

随着电子技术的飞速发展，电子测量技术被广泛用于农业、工业、医疗、天文、地质、军事等领域。尤其是在一些人类不能直接接触或者人类根本不能到达的场合，电子测量发挥了独特的作用，比如利用电子测量对核反应堆内的温度进行测量和监测、对人体内部器官进行扫描显像、对宇宙飞船发射过程和运行过程中的各种参数进行实时监控和测量等。

3. 电子测量的特点

(1) 测量信号频率的范围宽

电子测量对信号频率的测量范围低至 10^{-6}Hz ，高至 10^{12}Hz ，跨度达到 18 个数量级，这是其他测量技术远远达不到的。近几年来，随着计算机软件技术的发展，电子测量的信号频率范围不断向更高频段发展。

需要注意的是，在不同的频率范围内，即使要测量同一个物理量，也需要使用不同的测量仪器。例如对电流和电压的测量，如果被测量是直流，就需要采用直流测量仪器；如果被测量是交流，就需要采用交流测量仪器。再例如被测信号的频率不同，在测量低频信号和测量高频信号时，就需要使用不同类型的频率计。

(2) 电子测量仪器的量程宽

量程是测量范围的上限值与下限值之差。由于许多被测量的数值相差很大,其他测量技术很难达到要求,而电子测量仪器有足够宽的量程,完全可以满足测量的需要。比如现在已经普及的数字式万用表,能测出从 $10^{-5}\Omega$ 到 $10^8\Omega$ 间的电阻值,量程达 13 个数量级。再比如用于测量信号频率的电子计数器,其量程甚至高达 17 个数量级。

(3) 电子测量的准确度高

电子测量的准确度比其他测量方法的准确度高得多。例如对信号频率的测量,采用原子内部电子的旋转频率作为基准进行测量时,测量精度高达 $10^{-13}\sim 10^{-14}$ 数量级。

(4) 电子测量的速度快

电子测量是以电磁波传播的速度进行工作的,具有其他测量技术无法比拟的高速度,这也是电子测量技术广泛应用于现代科技各个领域的重要原因。例如在人造卫星、载人飞船等各种航天器发射时,需要快速测出航天器的运行参数,再通过对参数的处理进而决定下一步的控制,这只有使用电子测量系统才能完成这种任务。

(5) 电子测量可以实现遥测

电子测量可以通过使用各种类型的传感器实现对目标的遥测。对于距离遥远或因环境恶劣而人体无法到达的区域(如人造卫星运行的空间、深海下、深地下、核反应堆内部等目标),可通过各种电子测量设备对各种参数进行遥测。

(6) 电子测量可实现测量过程的自动化

由于大规模集成电路和微型计算机在电子测量设备上的应用,使电子测量技术有了跨越式发展。尤其是现在广泛使用的嵌入式技术,使电子测量设备增加了程控、遥控、自动转换量程、自动调节、自动校准、自诊断故障和自恢复等功能,可以实现对测量结果进行自动记录、自动运算、自动分析和自动处理。

近几年来又诞生了智能化电子测量仪器,使测量过程完全实现了自动化和精准化,极大地推动了电子测量技术的发展。

1.1.2 电子测量的方法

1. 电子测量的三种基本方法

(1) 直接测量法

直接测量法是可以直接从电子测量仪器上读出测量结果的方法。直接测量法的特点是测出的数据就是被测量的数值。

例如用电压表测量电压、用电流表测量电流、用万用电桥测量电阻、用频率计测量信号频率等,都是采用直接测量法,可在测量仪器上直观且迅速地读出被测量的数值。

(2) 间接测量法

间接测量法是先利用被测量与某中间量之间的函数关系(公式、曲线或表格等)测出中间量,再通过计算公式算出被测量数值的方法。

例如用伏安法测量电阻时,首先测量出电阻两端的电压和流过电阻的电流,然后由欧姆定律的公式: $R=U/I$, 计算得出电阻值,这种测量方法就是间接测量法。

(3) 组合测量法

如果被测量与几个中间量有关,首先在测量中通过改变测量条件分别测量出各中间

量,然后通过被测量与各中间量的函数关系列出方程组并求解,最后才能得到被测量的结果,这种测量方法就是组合测量法。

例如,已知某种导体的电阻 R 与温度 t 的函数关系式为

$$R_t = R_{20} [1 + \alpha(t - 20) + \beta(t - 20)^2]$$

式中 R_{20} ——该导体在温度为 20°C 时的电阻值;

α 和 β ——导体的温度系数。

为了测量该导体电阻的温度系数 α 和 β ,可分别测出该导体在温度为 t_1 、 t_2 和 20°C 时的电阻值 R_1 、 R_2 和 R_{20} ,然后求解方程组:

$$R_1 = R_{20} [1 + \alpha(t_1 - 20) + \beta(t_1 - 20)^2]$$

$$R_2 = R_{20} [1 + \alpha(t_2 - 20) + \beta(t_2 - 20)^2]$$

最后就可以得到温度系数 α 和 β 的值。

2. 电子测量的四种类型

(1) 时域测量

时域测量是指对以时间为函数的量(如随时间变化的电压、电流等)的测量。这些量的稳态值、有效值可用仪表直接测量,它们的瞬时值则可通过示波器等仪器进行测量,显示出其幅值和时间的关系,以便得到其随时间变化的规律。

(2) 频域测量

频域测量是指对以频率为函数的量(如电路的增益、相位移等)的测量。这些量的测量可通过对电路的频率特性和频谱特性进行测量而得到。

(3) 数据域测量

数据域测量是指对数字量进行的测量。数据域测量可以同时观察多条数据通道上的逻辑状态,还可以显示某条数据线上的时序波形,也可以利用计算机分析大规模集成电路芯片的逻辑功能。例如可用逻辑分析仪来分析计算机微处理器地址线 and 数据线上的信号。

(4) 随机域测量

随机域测量是指对各种随机信号的测量。例如对自然界中的噪声信号、电路受到的干扰信号等的测量,是近些年来才发展起来的测量技术。

1.2 信号与测量——需要了解的仪器

电子测量仪器分为通用测量仪器和专用测量仪器。

通用测量仪器是用于对各种电路和设备进行测量的仪器,例如示波器可以用于对各种电路或设备产生的波形进行测量和监控。

专用测量仪器是指专门用于测量某些特殊参量的仪器,例如在机械行业中用的超声波探伤仪、在医疗行业用的心电图仪等(专用测量仪器专门用于单项测量)。

1.2.1 测量前需要清楚的三个问题

不管是使用通用测量仪器还是使用专用测量仪器,在测量开始之前都需要弄清楚三个问题。

1. 清楚测量仪器的使用环境

电子测量仪器由各种电子元器件组成,会受到温度、湿度、电网电压、电磁干扰、机械振动等外界环境的影响。同一台测量仪器使用同样的测量方法,在不同的环境中使用就会出现不同的测量结果。因此在使用测量仪器时,应在厂家规定的测量环境下进行,才能保证得到一定的测量精度。

2. 清楚测量仪器的技术指标

测量仪器的技术指标是指仪器的功能、测量范围和测量准确度。测量仪器的功能是指该仪器能测量什么被测量,测量范围是指该仪器能测量出被测量的数值大小,测量准确度是指仪器所得测量数值的精确度。

3. 清楚测量仪器的电源要求

电源为测量仪器提供工作能量。在固定场所使用的测量仪器一般使用单相交流电;即使用 220V 交流电;便携式测量仪器一般使用各种型号的电池供电。某些国外的测量仪器对电源有特殊的要求,在使用时要注意查看仪器铭牌上标注的输入电压数值。

1.2.2 常用的电子测量仪器

1. 信号发生仪器

信号发生仪器是能产生各种信号的仪器,在测量过程中充当信号源的角色。现在生产的信号发生仪器可以产生音频信号和高频信号,波形有正弦波、脉冲波、特殊函数和噪声等,能根据测量的需要提供不同幅度和不同功率的信号。

图 1.1 所示是一款多种函数信号发生器的外形图。

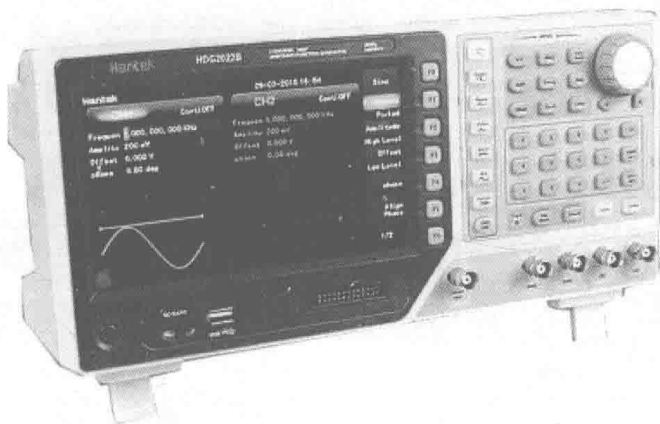


图 1.1 多种函数信号发生器的外形图

2. 信号分析仪器

信号分析仪器是用来观测、记录和分析各种电信号变化情况的仪器。例如各种示波器、频谱分析仪和逻辑分析仪等都属于信号分析仪器。信号分析仪器能对时域

信号、频域信号和数据域信号进行定量分析。图 1.2 所示是一款数字式双踪示波器的外形图。

3. 电平测量仪器

电平测量仪器是用于测量各种电能量的仪器，例如各种电压表、电流表、功率表和万用表等。图 1.3 所示是一款能测量电压、电流、功率和电量的数字式多用表的外形图。

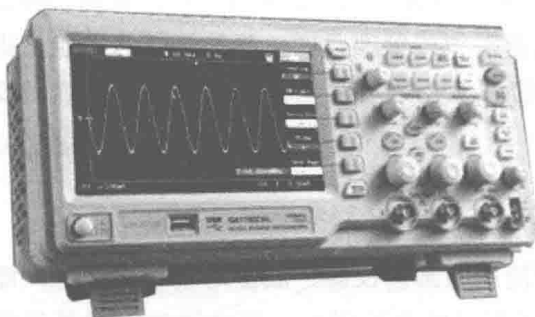


图 1.2 数字式双踪示波器的外形图

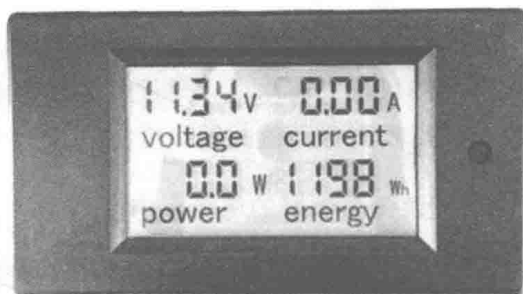


图 1.3 数字式多用表的外形图

4. 频率和相位测量仪器

频率和相位测量仪器是用于测量各种具有周期性信号的仪器。例如各种频率计、相位计、计数器等都属于这种仪器，可以测量信号的频率、周期和相位。图 1.4 所示是一款数字式频率计的外形图。



图 1.4 数字式频率计的外形图

5. 电路参数测量仪器

电路参数测量仪器是用于测量电路频率特性、阻抗特性、噪声特性的仪器，例如频率

特性测试仪（扫频仪）、阻抗测量仪和网络分析仪等。图 1.5 所示是一款数字式频率特性测试仪的外形图。



图 1.5 数字式频率特性测试仪的外形图

6. 电子元件参数测量仪器

电子元件参数测量仪器是用于测量电阻、电容、电感、三极管电流放大系数等多种电参数的仪器。例如万用表、高频 Q 表、万能电桥、RLC 测量仪等，可以测量电子元件的各项电参数。图 1.6 所示是一款万能电桥的外形图。

7. 数据域测试仪器

数据域测试仪器用于测量和分析数字系统中以离散时间或事件为自变量的数据流，它能完成对数字逻辑电路中的实时数据流的记录和显示，并能对数字系统的软件故障和硬件故障进行分析和诊断。逻辑分析仪就属于这种仪器。图 1.7 所示是一款逻辑分析仪的外形图。

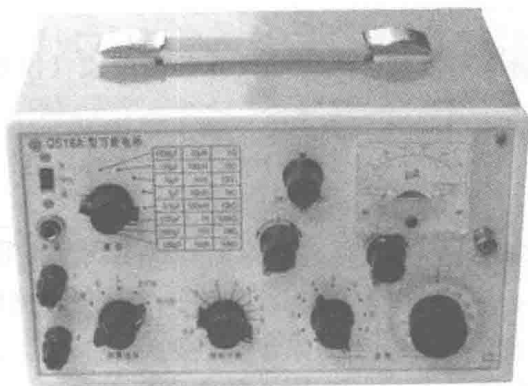


图 1.6 万能电桥的外形图

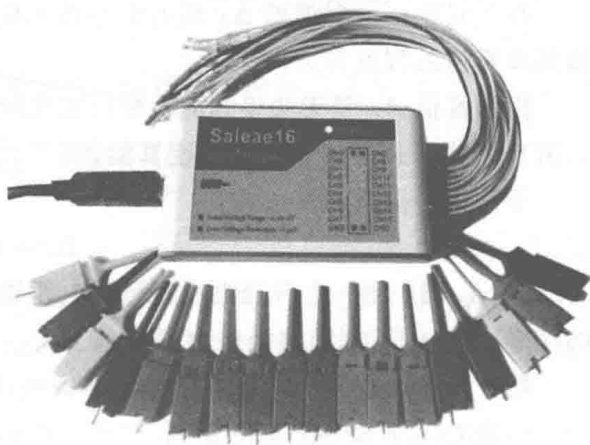


图 1.7 逻辑分析仪的外形图



图 1.8 数字式场强仪的外形图

8. 电磁场测试仪器

电磁场测试仪器是用于测量电场强度、磁场强度和噪声强度的仪器。例如场强仪可以测量现场的电视信号的强度，也可以直接用于卫星天线的调试。图 1.8 所示是一款数字式场强仪的外形图。

9. 虚拟仪器

虚拟仪器是建立在计算机的基础上，通过各种应用程序将通用计算机和必要的数据采集硬件结合起来，在计算机平台上创建的测量仪器。用户可自行定义其功能和操作面板，实现各种信号和数据的采集、分析、存储、显示。例如在计算机上定义一台示波器、在计算机上定义一台信号发生器等。

1.3 四舍六入——与众不同的数据处理方法

1.3.1 电子测量数据的误差

无论采用何种测量方法和测量仪器，所得测量数据有误差是不可避免的。被测量的真值只是一个理想的概念，实际的测量值是无法达到的。在测量过程中，测量值与真值的差异称为测量误差。

1. 测量误差的表示方法

测量误差的表示方法有绝对误差和相对误差。

(1) 绝对误差

测量值（仪器上的示值） x 与真值 A_0 的差称为绝对误差，用 Δx 表示。

$$\Delta x = x - A_0$$

在上式中，绝对误差 Δx 既有大小和单位，又有正负。它的大小和正负分别表示测量值偏离真值的程度和方向。

因为真值 A_0 是无法得到的，所以在实际测量中用更高一级标准仪器的测量值（仪器示值） A 代替真值， A 称为约定真值。

于是绝对误差的表达式为

$$\Delta x = x - A$$

【例 1.1】 用一个普通电压表测量电压读数为 101V，而用高一级的标准电压表测得的结果为 100V，则绝对误差为多少？

解：
$$\Delta U = U_x - A = (101 - 100)V = 1V$$

与绝对误差 Δx 数值相等但符号相反的值称为修正值，一般用 C 表示，即

$$C = -\Delta x = A - x$$

测量仪器在使用前都要由高一级标准仪器给出受检仪器的修正值，修正值通常以表