



高等院校电子信息与电气学科特色教材

电子工艺学教程

张波 许力 刘岩恺 编著

杨威克 主审

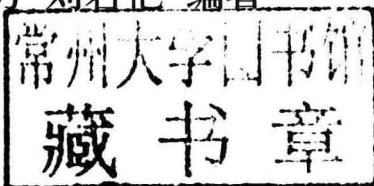
清华大学出版社



高等院校电子信息与电气学科特色教材

电子工艺学教程

张波 许力 刘岩恺 编著



清华大学出版社
北京

内 容 简 介

本书以电子产品设计与生产过程中的基本工艺和基本技能为重点,对电子产品制造过程及其中涉及的典型电路作了全面介绍。在贯彻理论与实践相结合的同时,强调了实践性。全书共分8章,分别详细介绍了常用电子仪器仪表的使用、常用电子元器件的识别与测试(包括电阻器、电位器、电容器、电感器、半导体分立器件、半导体集成电路)、电子电路图的识图方法、电子产品焊接工具及材料、烙铁手工焊接与电子装配工艺、整机组装与调试、常用传感器(包括温度传感器、霍尔传感器、超声波传感器、光电传感器)及其典型应用电路、表面贴装元器件及表面组装技术。

本书内容丰富,可读性强,兼有实用性、工具性和先进性。

本书既可作为高等院校理工科学生电子工艺实习与训练的教材,也可作为电子科技创新实践、课程设计、毕业设计等活动的指导书,同时还可供职业教育、技术培训及有关技术人员参考。

本书封面贴有清华大学出版社防伪标签,无标签者不得销售。

版权所有,侵权必究。侵权举报电话:010-62782989 13701121933

图书在版编目(CIP)数据

电子工艺学教程/张波等编著.--北京:清华大学出版社,2012.7

高等院校电子信息与电气学科特色教材

ISBN 978-7-302-28628-8

I. ①电… II. ①张… III. ①电子技术—高等学校—教材 IV. ①TN01

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2012)第 075262 号

责任编辑:盛东亮

封面设计:常雪影

责任校对:白 蕾

责任印制:王静怡

出版发行:清华大学出版社

网 址: <http://www.tup.com.cn>, <http://www.wqbook.com>

地 址: 北京清华大学学研大厦 A 座 邮 编: 100084

社 总 机: 010-62770175 邮 购: 010-62786544

投稿与读者服务: 010-62776969, c-service@tup.tsinghua.edu.cn

质 量 反 馈: 010-62772015, zhiliang@tup.tsinghua.edu.cn

课 件 下 载: <http://www.tup.com.cn>, 010-62795954

印 刷 者: 北京富博印刷有限公司

装 订 者: 北京市密云县京文制本装订厂

经 销: 全国新华书店

开 本: 185mm×260mm 印 张: 13.75 字 数: 332 千字

版 次: 2012 年 7 月第 1 版 印 次: 2012 年 7 月第 1 次印刷

印 数: 1~3000

定 价: 23.00 元

产品编号: 045522-01

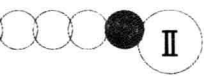
出版说明

随着我国高等教育逐步实现大众化以及产业结构的进一步调整,社会对人才的需求出现了层次化和多样化的变化,这反映到高等学校的定位与教学要求中,必然带来教学内容的差异化和教学方式的多样性。而电子信息与电气学科作为当今发展最快的学科之一,突出办学特色,培养有竞争力、有适应性的人才,是很多高等院校的迫切任务。高等教育如何不断适应现代电子信息与电气技术的发展,培养合格的电子信息与电气学科人才,已成为教育改革中的热点问题之一。

目前我国电类学科高等教育的教学中仍然存在很多问题,例如在课程设置和教学实践中,学科分立,缺乏和谐与连通;局部知识过深、过细、过难,缺乏整体性、前沿性和发展性;教学内容与学生的背景知识相比显得过于陈旧;教学与实践环节脱节,知识型教学多于研究型教学,所培养的电子信息与电气学科人才还不能很好地满足社会的需求,等等。为了适应 21 世纪人才培养的需要,很多高校在电子信息与电气学科专业建设和课程建设方面都做了大量工作,包括国家级、省级、校级精品课的建设等,充分体现了各个高校重点专业的特色,也同时体现了地域差异对人才培养所产生的影响,从而形成各校自身的特色。许多一线教师在多年教学与科研方面已经积累了大量的经验,将他们的成果转化为教材的形式,向全国其他院校推广,对于深化我国高等学校的教学改革是一件非常有意义的事。

为了配合全国高校培育有特色的精品课程和教材,清华大学出版社在大量调查研究的基础之上,在教育部相关教学指导委员会的指导下,决定规划、出版一套“高等院校电子信息与电气学科特色教材”,系列教材将涵盖通信工程、电子信息工程、电子科学与技术、自动化、电气工程、光电信息工程、微电子学、信息安全等电子信息与电气学科,包括基础课程、专业主干课程、专业课程、实验实践类课程等多个方面。本套教材注重立体化配套,除主教材之外,还将配套教师用 CAI 课件、习题及习题解答、实验指导等辅助教学资源。

由于各地区、各学校的办学特色、培养目标和教学要求均有不同,所以对特色教材的理解也不尽一致,我们恳切希望大家在使用本套教材的过程中,及时给我们提出批评和改进意见,以便我们做好教材的修订改版工作,使其日趋完善。相信经过大家的共同努力,这套教材一定能成



为特色鲜明、质量上乘的优秀教材,同时,我们也欢迎有丰富教学和创新实践经验的优秀教师能够加入到本丛书的编写工作中来!

清华大学出版社

高等院校电子信息与电气学科特色教材编委会

联系人: 盛东亮 shengdl@tup.tsinghua.edu.cn

前言

为实现培养创新型工程技术人才和复合型人才的目标,各高校不断探索新的人才培养模式,在教学中更加重视对学生创新精神和实践能力的培养。“电子工艺学”,是继“电路原理”、“模拟电子技术”、“数字电子技术”等专业课程后开设的一门实践课程。

该课程的目标是让学生通过该课程的学习能够适应当前社会对工程实践能力的要求,培养学生的动手能力,提高学生的工程素质。电子工艺教学以技能训练为重点,同时在学习中通过几种方法强化实践实训环节,培养学生创新及解决实际问题的能力。通过教学和实际操作,让学生全面了解电子产品的生产全过程,掌握电子产品制造工艺的基本原理、方法及关键工艺技能,了解现代电子产品制造的生产过程,在初步的设计、焊接、装配、调试等环节中得到锻炼,提升学生初步设计和开发电子产品的能力。培养学生理论与实际相结合的意识,为后续专业课程的学习及从事专业技术工作奠定实践基础。

本书是在我院多年教学实践经验的基础上编写而成,主要内容涵盖电子元器件辨识、电子电路识图、传感器原理及其应用,焊接训练、电子仪器与工具的使用、晶体管收音机的装配与调试等具体实践性环节。在叙述方法上,力求加强基础、图文并茂、突出重点。

本书可作为高等院校理工科学生电子工艺实习与训练的教材,也可作为有关技术人员的参考书。

本书由张波、许力、刘岩恺编著。张波负责编写第5~8章;许力负责编写第1章和第2章;刘岩恺编写第3章和第4章。全书由杨威克审阅并提出了宝贵的修改意见。

本书在编写过程中得到了天津师范大学计算机与信息工程学院各级领导的关心,并为本书的出版给予了大力的支持。在此表示衷心的感谢。

由于电子工艺技术发展迅速,知识面广,书中难免有疏漏之处,恳请广大读者提出批评和改进意见,以便修订时完善。

编著者

目 录

第 1 章 常用电子仪器仪表的使用	1
1.1 电子测量的定义	1
1.2 电子测量的内容	1
1.3 电子测量的特点和方法	2
1.3.1 电子测量的特点	2
1.3.2 电子测量的方法	4
1.3.3 测量方法的选择	6
1.4 电子测量仪器的组成及分类	6
1.4.1 电子测量仪器的组成	6
1.4.2 电子测量仪器的分类	7
1.4.3 电子测量仪器的技术指标	8
1.5 信号发生器	9
1.5.1 低频信号发生器	9
1.5.2 高频信号发生器	10
1.5.3 函数信号发生器	11
1.5.4 合成信号发生器	11
1.5.5 脉冲信号发生器	11
1.5.6 随机信号发生器	12
1.5.7 扫频信号发生器	12
1.6 电子电压表	13
1.6.1 概述	13
1.6.2 数字万用表	13
1.7 示波器	15
1.7.1 概述	15
1.7.2 示波器的分类	15
1.7.3 示波器的主要技术指标	17
1.7.4 示波器的选择与正确使用	18
1.8 集成电路测量仪器	20
1.8.1 集成电路的分类	20
1.8.2 集成电路估测	21
1.8.3 中小规模集成电路的一般测试	22
1.8.4 数字集成电路的测试	22
1.8.5 集成电路测试仪	23

1.9 频域测试仪器	23
1.9.1 时域与频域	23
1.9.2 频率特性测试仪	24
1.9.3 频谱分析仪	27
1.10 数字域测试仪器	31
1.10.1 数据域测量的特点	31
1.10.2 数据域测量的任务	32
1.10.3 逻辑分析仪	33
第2章 电子元器件的测量与使用	37
2.1 电阻与电位器	37
2.1.1 电阻的型号和标注方法	38
2.1.2 主要参数及标示方式	38
2.1.3 电位器	41
2.1.4 电阻和电位器的选用	44
2.2 电容器	45
2.2.1 电容的命名及分类	45
2.2.2 电容主要技术参数	46
2.2.3 常见电容特点	48
2.2.4 电容的检测	51
2.2.5 电容的选用	52
2.3 电感与变压器	52
2.3.1 电感的分类	53
2.3.2 常用电感及其特性	54
2.3.3 电感特性参数	55
2.3.4 电感的检查	56
2.3.5 电感的选择和使用	56
2.3.6 变压器	57
2.4 半导分立器件	61
2.4.1 半导体器件的命名	61
2.4.2 二极管	62
2.4.3 三极管	65
2.4.4 场效应管	68
2.4.5 晶闸管	70
2.4.6 单结晶体管	71
2.5 集成电路	72
2.5.1 集成电路的分类	72
2.5.2 集成电路的命名	75
2.5.3 集成电路的封装与引脚识别	76

2.5.4	集成电路的质量判别及代用	76
2.5.5	使用集成电路的注意事项	77
2.6	电声器件	78
2.6.1	传声器	78
2.6.2	扬声器	80
2.7	开关、继电器	81
2.7.1	开关	81
2.7.2	继电器	82
2.8	光电显示器件	84
2.8.1	半导体 LED 数码显示器	84
2.8.2	液晶(LCD)显示器	91
第 3 章	电子电路识图	94
3.1	电子电路图的种类	94
3.2	电子电路的识图方法	96
3.3	电子电路图识图中的常见问题	99
3.4	元器件符号识读	102
3.5	常用单元电子电路图的识读	107
3.5.1	电源电路	107
3.5.2	放大电路	111
3.5.3	振荡电路	119
3.5.4	基本逻辑门电路	124
3.5.5	集成触发器	127
3.5.6	555 定时集成电路	129
第 4 章	电子产品装配常用工具及材料	131
4.1	电子产品装配常用工具	131
4.1.1	钳子	131
4.1.2	螺丝刀	132
4.1.3	小工具	133
4.1.4	电子安装配件	133
4.1.5	黏合剂	134
4.2	常用焊接工具	135
4.2.1	烙铁的分类及结构	135
4.2.2	烙铁头的形状与修正	137
4.3	焊接材料	138
4.3.1	焊料	138
4.3.2	助焊剂	140
4.4	常用导线与绝缘材料	141



4.4.1	常用导线	141
4.4.2	绝缘材料	142
第5章	焊接技术	144
5.1	焊接的基本知识	144
5.1.1	焊接的分类	144
5.1.2	焊接的方法	145
5.2	手工焊接	145
5.2.1	焊接准备	146
5.2.2	手工焊接的基本要领	147
5.3	机器焊接	148
5.3.1	浸焊	148
5.3.2	波峰焊	150
5.3.3	再流焊	152
5.4	拆焊技术	153
5.5	焊点质量检查及缺陷分析	154
第6章	传感器及其应用电路	157
6.1	传感器的概念	157
6.2	传感器的分类	157
6.3	传感器检测系统的基本组成	157
6.4	温度传感器及其应用电路	158
6.4.1	温度传感器的分类	158
6.4.2	热电阻温度传感器	159
6.4.3	半导体热敏温度传感器	160
6.4.4	热电偶温度传感器	161
6.4.5	集成温度传感器	162
6.5	霍尔传感器及其应用电路	164
6.6	超声波传感器及其应用电路	166
6.7	光电传感器及其应用电路	171
第7章	整机组装与调试	176
7.1	电子产品结构设计	176
7.2	电子产品装配工艺	176
7.2.1	装配工艺	176
7.2.2	元器件成型和安装工艺	177
7.2.3	导线连接工艺	179
7.2.4	元器件紧固工艺	180
7.3	电子产品调试	182

7.3.1	调试工艺过程	182
7.3.2	静态测试与调整	184
7.3.3	动态测试与调整	186
7.3.4	整机性能测试与调整	188
7.4	整机组装调试实例	189
7.4.1	电路原理	189
7.4.2	装配步骤	193
7.4.3	测量与调试	195
第 8 章	表面贴装元器件及安装	197
8.1	表面贴装元器件的特点及分类	197
8.2	表面贴装无源元器件	198
8.3	片状有源器件	202
8.4	表面组装技术和焊接方法	203
8.5	表面贴装元器件的拆装	204
参考文献		206

第1章

常用电子仪器仪表的使用

1.1 电子测量的定义

科学技术的发展,离不开材料、能源以及信息三大要素。测量作为获取信息的重要手段,是人类对客观事物的认知过程中的定量分析,是通过实验方法获取客观事物的定量数据的手段。

电子测量是测量学的一个分支,泛指以电子技术为手段的一种测量。电子测量以电子技术为理论依据,借助于电子测量的仪器和手段,对各种电信号、磁性号、电路参数等进行测量,也可以通过传感器对各种非电量进行测量。

电力电子系统或者电器设备的安装、调试、运行和维修、电子电气设备的检测、鉴定等工作都涉及电子测量的问题。不仅如此,在各种非电子类专业,如物理、化学、机械学、材料学、生物学、医学等各科学领域以及交通、贸易、日常生活等领域,电子测量也起着重要作用。在一定程度上,电子测量技术,已经成为衡量一个国家科学技术发展水平的重要标志之一。

1.2 电子测量的内容

电子测量包含的范围十分广泛,通常所说的电子测量是指对电子学领域内电参量的测量,其主要内容如下:

- (1) 电能量的测量: 电流、电压、功率、电场强度等的测量。
- (2) 电路元器件参数的测量: 电阻、电容、电感、阻抗、品质因数、Q 值等的测量。
- (3) 电信号特性的测量: 波形、频率、周期、时间、相位、失真度、状态等的测量。
- (4) 电路性能的测量: 增益、衰减、灵敏度、通频带、噪声系数等的测量。
- (5) 特性曲线测量: 幅频特性曲线、相频特性曲线等的显示测量。

(6) 非电量测量: 温度、湿度、光强、位移等物理量通过传感器转换成电信号后进行测量。

上述各基本物理参数的测量也可以派生出其他参数如增益、失真度、调幅指数等的测量。表 1-1 列出了常见的测量类型以及对它们进行测量所用到的方法和仪器。

表 1-1 常见测量类型及测量方法和仪器

测量类型	测量仪器	被 测 量
时域测量	电子电压表	对正弦电压或者其他周期性电压的峰峰值、有效值和平均值进行测量
	电子计数器	对信号的频率、周期、时间间隔等进行测量,也可以做累加计数
	电子示波器	实时测量不同信号的波形、电压、频率、周期、相位、脉冲信号的前沿、时间延迟等
	测量用信号源	提供测试用信号,如各种波形信号、脉冲、噪声信号等
频率测量	频率特性测试仪	对电子线路的幅频特性、带宽、回路的 Q 值等进行测量
	频谱分析仪	对电路的频谱、功率谱、失真度等特性进行测量
	网络分析仪	对有源或无源、可逆或不可逆的双口和单口网络的网络参数进行测量
调制域测量	调制域分析仪	对调制信号的线性、失真等进行测量,也可用于锁相环路的捕捉与跟踪
数据域测量	数字信号发生器	提供数据及任意数据信号
	逻辑分析仪	对数字电路进行检测,如跳变定时、毛刺捕获、状态分析等
	数据通信分析仪	对数据通信系统的误码、延时、频率等进行测量
随机测量	噪声系数分析仪	对信号噪声进行测量
	电磁干扰测试仪	对电磁干扰信号进行测量
光通信域测量	光功率计	对光功率大小进行测量
	光时域反射计	对光纤故障点的位置、光纤损耗等测量
	稳定光源	提供测试用标准光源
	误码仪	对传输系统的误码率进行测量

1.3 电子测量的特点和方法

1.3.1

电子测量的特点

电子测量之所以能被广泛地应用于各领域,是由于它具有其他测量方式不能替代的优势。这些优势来自于电子测量自身的特点。电子测量的特点可归纳如下:

1. 测量频率范围宽

电子测量的频率范围很宽,从直流量到 $10^{-4} \sim 10^{12}$ Hz 的交流量都能进行测量,某些特殊的测量仪器还可达到测量更高的频率。但在不同的频率范围内,即使测量同一种量,测量所依据的原理,所需要采用的测量方法和使用的测量仪器也会有所不同。例如,信号发生器就分为低频信号发生器、音频信号发生器、高频信号发生器等。

2. 测量范围广

量程是仪器所能测试各种参数的范围。由于能对微弱的信号进行放大,对大信号进行

衰减,电子仪器的量程相当宽广。例如,频谱分析仪可以测量几千赫兹(kHz)至几十万兆赫兹(MHz)的信号频谱。高灵敏度的新型数字电压表,可以测量纳伏(nV)至千伏(kV)的电压,量程达11个数量级。

3. 测量方便灵活

电子测量能够很容易地实现各种电量(电压、电流、频率等)的相互转换,也能把各种非电量(温度、湿度、加速度等)通过相应的传感器转换为电量进行测量。此外,电子测量的结果能够以各种方式清晰直观地显示出来。

4. 测量准确度高

电子测量的准确度比其他测量方法高得多,特别是对频率和时间的测量,由于采用了原子频标和原子秒作为基准,使误差减小到 $10^{-13} \sim 10^{-14}$ 量级。电子测量的高准确度,使得它在现代科技领域得到广泛应用。人们往往把其他参数转换成频率再进行测量,以提高测量的准确程度。例如,许多数字式电压表,就是把电压转换成时间或频率再进行测量。又如,发射人造卫星的控制和遥测系统,也广泛地应用了电子测量方法。因为在这些地方测量如果不够准确,最后一级火箭的速度有千分之二的相对误差,卫星就会偏离预定轨道100千米。真是“差之毫厘,谬以千里”,可见应用现代科技提高测量精度是多么重要。

5. 测量速度快

电子测量具有其他测量无法比拟的高速度,这也是它在现代科学技术领域内得到广泛应用的一个重要原因。例如,对导弹发射中的运动参数和工业自动控制系统中的“在线测量”,都需要靠电子测量快速实现。只有高速测量,才能及时测出高速变化的物理量,发出控制信号对系统作出及时调整。此外,在采用多次测量求平均值以减小误差的过程中,也要用到高速测量,因为短时间内各次测量的环境条件才接近不变。

6. 易于实现遥测和长期不间断的测量

电子测量的一个突出优点是可以通过各种类型的传感器实现遥测。由于可以把电子仪器或与它连接的传感器放到人体不便于长期停留的恶劣环境或无法到达的区域(如人造卫星、深海、地下核反应堆内、人体内部等)去进行遥测,而且可以在被测对象正常工作的情况下进行测量。

对于那些需要长期不间断测量的场合,例如,用短路或断路方法对有些物理现象进行长期监测,电子测量都有它独到的方便之处。

7. 易于实现测量的智能化和测量仪器的小型化

大规模集成电路和微型计算机的应用,使电子测量智能化易于实现。在测量中可以实现程控、遥控、转换量程,自动调节、自动校准、自动诊断故障和自动修复,自动记录,自动完成数据运算、分析和处理。带微处理机的“智能”仪器,具有记忆存储、逻辑判断、数学运算和命令识别等“智能”特点,形成一代灵巧多用、高性能、多功能的新仪器。

随着电子器件的集成度的提高,以及各种可编程器件和微处理器的大范围使用,电子测量的仪器发展趋势是不断地实现小型化、数字化、综合化、网络化。可以把各种测量仪器结合到一起,组成自动测试系统,以满足不同测试环境,测试内容等的要求。

1.3.2

电子测量的方法

测量过程的关键是把被测量和作为标准的单位量进行比较,这种比较有两个关键因素:一是在怎样的条件和环境下进行比较,二是如何比较。前者涉及仪器仪表,而后者涉及测量的方式方法。使用不同的测量方法测量同一被测量的时候,测量结果的精确性、及时性都会有所不同。因此应根据不同的被测量、测量环境、测量精度等客观要求的不同,采取不同的测量方法。

根据不同的分类标准,电子测量的方法可分为很多种。

1. 根据测量手段分类

1) 直接测量

若测量结果可以直接从实验数据获得,这种方式就是直接测量。如用电流表测电流,电压表测电压,电桥测电阻等。直接测量的特点是不需要对被测量与其他实测的量进行函数关系的辅助运算,因此测量过程快,成为工程测量中广泛应用的测量方法。

2) 间接测量

若测量结果是通过其他被测量表示和推导出来,而非直接得到,则这种测量方式就是间接测量。间接测量可以写为以下表达式:

$$y = f(x_1, x_2, \dots)$$

y 为测量结果, $x_1, x_2, \dots$ 为直接测量值。例如,用伏安法测量电阻时,需要先对待测电阻上的电流值和电压值进行测量,然后根据 $R = U/I$, 计算出电阻值。相对于直接测量,间接测量由于需要多个直接测量值进行运算,多个测量值将会引入更大的误差,间接测量的误差较大,一般只在直接测量有困难的时候采取这种测量方式。

3) 组合测量

测量结果不止一个或者被测量虽然与某些中间量有一定的函数关系,但是函数式中有多个未知量,这就必须通过改变测量条件,得到一组方程,最后联立方程组求解得到被测量。这种方式就叫做组合测量。在组合测量中,测量的次数应等同于被测量个数,且每次测量需有两个以上的读数。

例如,用电流表和已知标准电阻测量电源的电动势,测量电路如图 1-1 所示。图中 r 为电源内阻, R_n 为已知可调标准电阻, R_a 为电流表内阻,分别调节 R_n 为 R_1, R_2 , 读得相应电流为 I_1, I_2 , 列出以下方程组:

$$\begin{cases} E_x = I_1 r + I_1 (R_a + R_n) \\ E_x = I_2 r + I_2 (R_a + R_n) \end{cases}$$

解方程组,即可求得 E_x 和 r 。

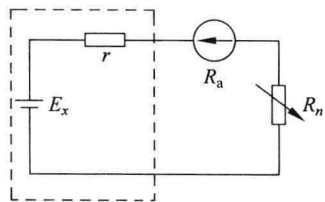


图 1-1 组合法测量电动势

2. 按被测量性质分类

实际测量中,被测量是多种多样的。但是所有的被测量在电路中都有自己的特性。针对这些特性,可以把被测量分为3种类型:时域测量、频域测量和数据域测量。

1) 时域测量

若测量对象可以看做是一个关于时间的函数,需要测量的是被测量在不同的时间的特性,这就是时域测量。

例如,用示波器测量并显示它的幅度、宽度、上升和下降时间等参数。把信号 $f(t)$ 输入一个网络,测量出其输出信号 $f'(t)$,并与输入相比较而求得网络的传递函数 $h(t)$ 。这些都属于时域测量。

2) 频域测量

测量被测对象在不同频率时的特性,也就是把它看做是一个频率的函数 $S(\omega)$ 来测量,这称为频域测量。例如,对信号 $f(t)$ 可以用频谱分析仪测量并显示它在不同频率的功率分布谱 $S(\omega)$ 。把这个信号输入一个网络,测量出其输出频谱 $S'(\omega)$,与输入相比较而求得网络的频率响应 $G(\omega)$ 。这些都属于频域测量。用一个频率可变的正弦(单频)信号作输入,测量出在不同频率时网络输出与输入功率之比,也得到 $G(\omega)$ 。这仍然是频域测量。时域与频域,在数学上彼此是一对相互的傅里叶变换关系:

$$\begin{aligned} S(\omega) &= \int f(t) e^{-j\omega t} dt & f(t) &= \int S(\omega) e^{j\omega t} d\omega \\ G(\omega) &= \int h(t) e^{-j\omega t} dt & h(t) &= \int G(\omega) e^{j\omega t} d\omega \\ S'(\omega) &= S(\omega) \cdot G(\omega) & f'(t) &= f(t) * h(t) \end{aligned}$$

时域测量与频域测量互相之间有唯一的对应关系。在某一域进行测量,通过换算可求得另一域的结果。在实际测量中,两种方法各有其适用范围和相应的测量仪器。示波器是时域测量常用的仪器,便于测量信号波形参数、相位关系和时间关系等。频谱分析仪是频域测量常用的仪器,便于测量频谱、谐波、失真、交调等。

3) 数据域测量

数据域测量是指对数字系统的逻辑状态进行测量。系统的逻辑状态也就是判断信号是“0”还是“1”。逻辑分析仪是数据域测量的典型仪器,主要作用在于时序判定。与示波器有很多电压等级不同,逻辑分析仪通常只显示两个电压:逻辑“1”和“0”。设定了参考电压后,逻辑分析仪将被测信号通过比较器进行判定,高于参考电压者为 High,低于参考电压者为 Low,在 High 与 Low 之间形成数字波形。

3. 按测量工具方式分类

1) 偏差式测量法

测量中用仪表指针位移表示被测量的方法称为偏差式测量法。偏差式测量法的优点是简单迅速,但精度不高,多用于工程测量。

2) 零位式测量法

测量中用零位检测系统检测系统是否平衡,系统平衡时用已知的基准量确定被测量的方法称为零位式测量法,也称补偿式或平衡式测量法。零位式测量法测量精度高,但比较费

时,因此不适合快速变化信号的测量,普遍用于工程实际和实验室测量。

3) 微差式测量法

测量中先用零位法将被测量与标准量相比,得到比值,再用偏差法求偏差值的方法称为微差式测量法。微差式测量法结合了偏差式和零位式的优点,精度高、反应快,在工程实际中得到了广泛的应用,适合在线参数测量。

除上述分类方法外,电子测量的分类方法还有很多,例如,根据测量精度的不同分为精密测量和工程测量;根据测量过程中有无标准参量直接参与比较分为直读法和比较测量法;根据被测量在测量过程中有没有发生变化分为静态测量和动态测量。

1.3.3

测量方法的选择

测量方法是多种多样的,在实际的测量过程中选择测量方法时,首先考虑被测量的特性,结合测量所需要达到的精度要求,测量进行外界环境条件和设备硬件条件等因素,综合考虑选取某一种或者选取多种测量方式相互补充和组合运用。这样才能保证不损坏被测对象和测量仪器的同时,减少测量误差,提高测量精度。

1.4 电子测量仪器的组成及分类

1.4.1

电子测量仪器的组成

电子测量仪器是测量中使用到的各种电子仪表、电子仪器及辅助设备的统称。它是利用电子元器件和电子线路技术组成的装置,用以测量各种电磁参量或产生供测量用的电信号或能源。一般地,电子测量仪器需实现信号采集、信号转换和处理以及显示三个功能,相应地,可认为电子测量仪器主要由传感器部分、测量部分及输出部分组成,如图 1-2 所示。

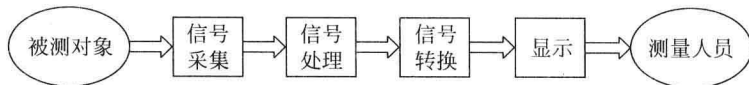


图 1-2 电子测量仪器的组成

1. 传感器部分

传感器部分的作用是进行信号的采集,传感器将某些物理量转换成相应的电信号,并送入测量电路中。例如,人体温度检测仪的传感器部分是利用传感元件(热释红外传感器)将热量值转换成具有一定比例的电压值(或电阻值),送入测量部分进行分析测量。

2. 测量部分

测量部分主要完成采集信号的转换和处理。测量部分一般由信号放大电路、线性整形电路及具有一定比例的比较电路构成。作用是将微弱的电信号进行功率(电压或电流)放