

中等职业学校电子信息类专业教学用书

电子测量技术

辜小兵 主编



高等教育出版社
Higher Education Press

中等职业学校电子信息类专业教学用书

姜微蓉 内

电子测量技术

辜小兵 主编

2009.7

ISBN 978-7-04-025093-2

定价：20.00元

（本书为《电子测量技术》教材，由辜小兵主编，高等教育出版社出版。）

（本书为《电子测量技术》教材，由辜小兵主编，高等教育出版社出版。）

本书为《电子测量技术》教材，由辜小兵主编，高等教育出版社出版。

主编	辜小兵	副主编	姜微蓉
责任编辑	姜微蓉	封面设计	姜微蓉
版式设计	姜微蓉	校对	姜微蓉
印刷	姜微蓉	装订	姜微蓉
发行	姜微蓉	经销	姜微蓉
地址	姜微蓉	邮编	姜微蓉
电话	姜微蓉	传真	姜微蓉
网址	姜微蓉	电子邮箱	姜微蓉
印刷厂	姜微蓉	装订厂	姜微蓉
发行所	姜微蓉	经销处	姜微蓉
地址	姜微蓉	邮编	姜微蓉
电话	姜微蓉	传真	姜微蓉
网址	姜微蓉	电子邮箱	姜微蓉

高等教育出版社

地址：北京市西城区德胜门内大街2号
邮编：100089
电话：010-58581000
网址：http://www.hep.com.cn

内容提要

本书是根据教育部电子信息类专业教学指导方案,结合劳动部人才认证培养方案以及相关职业技能鉴定规范编写而成的,教材采用案例教学和项目教学模式编写,体现了职业教育的特色和电工电子类中、初级专门人才培养的需要。

本书内容有:电子测量基础知识、万用表、毫伏表、直流稳压电源、信号发生器、示波器、频域测量仪器、电子元件测量仪器、自动测量技术。本书为适应目前中等职业学校教学改革的需要,注意拓宽知识面,理论知识以够用为原则,加强实践教学环节,注重培养学生的综合职业能力。

本书附学习卡/防伪标,按照书末“郑重声明”下方的使用说明进行操作,可查询图书真伪并赢取大奖,也可登录 <http://sve.hep.com.cn>,上网学习,下载资源。

本书可作为电子信息类专业教学用书,也可作为劳动部认证考试人员的复习用书,亦可作为中等职业教育电工电子类及相关专业的教材和相关的培训教材。

图书在版编目(CIP)数据

电子测量技术/辜小兵主编. —北京:高等教育出版社,
2009.3

ISBN 978-7-04-025933-9

I. 电… II. 辜… III. 电子测量—教材 IV. TM03

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2009)第 013193 号

策划编辑	李宇峰	责任编辑	魏芳	封面设计	于涛	责任绘图	尹莉
版式设计	马敬茹	责任校对	金辉	责任印制	尤静		

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 100120
总 机 010-58581000

购书热线 010-58581118
免费咨询 800-810-0598
网 址 <http://www.hep.edu.cn>
<http://www.hep.com.cn>

经 销 蓝色畅想图书发行有限公司
印 刷 北京铭成印刷有限公司

网上订购 <http://www.landaco.com>
<http://www.landaco.com.cn>
畅想教育 <http://www.widedu.com>

开 本 787×1 092 1/16
印 张 9
字 数 210 000

版 次 2009 年 3 月第 1 版
印 次 2009 年 3 月第 1 次印刷
定 价 13.20 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

物料号 25933-00

前言

电子测量技术是电子专业的专业基础课,也是从事电子技术工作的人员必须掌握的一项基本技能。

电子技术的发展日新月异,为适应时代发展的需要,根据中等职业教育学生的特点,本书内容循序渐进,做到以实际应用为主,理论阐述为辅,使学生尽快入门。

本书内容包括电子测量基础知识、万用表、毫伏表、直流稳压电源、信号发生器、示波器、频域测量仪器、电子元器件测量仪器、自动测量技术。本书具有以下三大特点:

1. 重点阐述仪器仪表的使用方法和维护保养方法,而对仪器仪表的结构、性能指标、工作原理只作简单介绍。

2. 同一种功能的仪器生产厂家、规格型号很多,本书只针对一个厂家、一种型号的新款仪器仪表作详细介绍,其余的作简单介绍。

3. 书中图片较多且大部分由真实仪器仪表拍摄而成,力求用图和表格来阐述内容,使学生通过看图和阅读简短文字,就能理解其中意义,掌握技能。

本书教学共需 72 学时,建议在一年级第一学期使用,每周 4 学时。各章学时安排参考如下:

章号	内容	学时安排
第 1 章	电子测量基础知识	6
第 2 章	万用表	10
第 3 章	毫伏表、直流稳压电源	6
第 4 章	信号发生器	4
第 5 章	示波器	14
第 6 章	扫频仪、频谱分析仪、数字频率计	10
第 7 章	电子元器件测量仪器	8
第 8 章	自动测量技术	8
	机动	6

本书由重庆工商学校辜小兵任主编,杨鸿任副主编。第 1 章由辜小兵编写,第 2 章由柯能伟编写,第 3 章由温森编写,第 4 章由李金松编写,第 5 章由吴雄编写,第 6 章由黄昌伟编写,第 7 章由杨鸿编写,第 8 章由赵顺洪编写。全书由辜小兵统稿和定稿。

本书在编写过程中得到了重庆市教学科学研究院向才毅、肖敏的大力支持,还得到了重庆工商学校杨宗武、蒲滨海的帮助,在此表示诚挚的谢意。

由于编者水平有限,书中错漏在所难免,恳请读者批评指正。

本书采用出版物短信防伪系统,用封底下方的防伪码,按照本书最后一页“郑重声明”下方

本书同时配套学习卡资源,按照本书最后一页“郑重声明”下方的学习卡账号使用说明,登录 <http://sve.hep.com.cn>,上网学习,下载资源。

2008 年 12 月

目 录

第1章 电子测量基础知识	1
1.1 电子测量的意义、内容和方法	1
1.2 测量误差基础知识	2
1.3 电子测量仪器的基础知识	4
练习题一	6
实训一 认识电子测量仪器	7
第2章 万用表	8
2.1 万用表概述	8
2.2 指针式万用表	10
2.3 数字式万用表	16
练习题二	20
实训二 指针式与数字式万用表的使用	20
第3章 毫伏表、直流稳压电源	23
3.1 毫伏表	23
3.2 直流稳压电源	28
练习题三	32
实训三 用毫伏表检测超外差式收音机的信号电压	32
第4章 信号发生器	34
4.1 高频信号发生器	34
4.2 彩色电视信号发生器	38
练习题四	41
实训四 高频信号发生器的使用	42
第5章 示波器	44
5.1 示波器概述	44
5.2 模拟示波器的结构及工作原理	45
5.3 示波器的使用	49
5.4 数字存储示波器	66
练习题五	83
实训五 YB4320 的使用	84
第6章 扫频仪、频谱分析仪、数字频率计	85
6.1 扫频仪	85
6.2 频谱分析仪	93

6.3	数字频率计	99
	练习题六	102
	实训六 扫频仪的基本使用	102
第7章	电子元器件测量仪器	105
7.1	晶体管特性图示仪	105
7.2	高频 Q 表	113
	练习题七	120
	实训七 晶体管特性图示仪的使用	121
第8章	自动测量技术	123
8.1	智能仪器	123
8.2	虚拟仪器	125
	练习题八	132
	实训八 虚拟仪器使用	132
	参考文献	135

第1章 电子测量基础知识

本章学习目标

1. 了解电子测量的意义、测量误差的来源和分类。
2. 理解测量误差的表示方法、测量数据的处理方法。
3. 掌握电子测量的内容、方法和电子测量仪器的日常维护方法。

1.1 电子测量的意义、内容和方法

1.1.1 电子测量的意义

电子测量是指以电子技术理论为依据,以电子测量仪器和设备为手段,对各种电量和非电量所进行的测量。例如某电阻的阻值,用万用表测量为 $120\ \Omega$;某电路电阻两端的电压,用万用表测量为 $40\ \text{V}$ 。

电子测量的范围很广,从零件加工到电子产品的装配、调试、维修等都离不开电子测量。电子测量的水平是衡量一个国家科学技术发展水平的重要标准之一。

1.1.2 电子测量的内容

电子测量的内容很多,总结起来有5个方面,如表1.1.1所示。

表 1.1.1 电子测量的内容

序号	测量内容	具体实例
1	元器件参数的测量	电阻的阻值、电容的容量、晶体管和集成电路的参数等
2	基本量的测量	电压、电流、功率和电场强度等
3	电信号特性的测量	电信号的波形、幅度、相位、周期、频率等
4	电路性能指标	灵敏度、增益、带宽、信噪比等
5	特性曲线的显示	频率特性、器件特性等

1.1.3 电子测量的方法

选用什么电子测量方法是测量工程中至关重要的一步,常用的电子测量方法有两种。

1.1.3.1 直接测量法

直接测量法就是直接从仪器仪表的刻度线上或显示器上读出测量结果的方法。例如测量电

阻的阻值,可以从万用表的刻度线上直接读出测量结果。

1.1.3.2 间接测量法

利用直接测量的量与被测量之间的函数关系(公式、曲线、表格)得到被测量的值的测量方式称为间接测量。例如在电路中测量三极管集电极电流时,先测量集电极电阻的阻值和电阻两端的电压,再根据 $I = U/R$ 关系式计算出三极管集电极电流。

1.2 测量误差基础知识

测量的目的是获得真实反映被测对象的特性、状态或状态变化过程的信息,由此信息作出某种判断、评价或决策。但因为多方面原因,使测量结果与被测对象的真实状况之间存在一定的偏差。为了使测量结果更真实,决策更准确,因此要掌握有关测量误差方面的知识。

1.2.1 测量误差的定义和来源

1.2.1.1 测量误差的定义

被测量的真实数值简称为真值。测量误差就是指测量结果与被测量的真值之间的偏差。被测量的真值一般无法得到,在检定或校验仪器仪表的工作中,常以高准确度等级标准仪器或计量器具所测得的数值来代替真值。

测量工作的价值在于测量的准确度,随着科学技术的发展,人们对减少误差提出了更高的要求。当测量误差超过一定限度时,测量工作就变得毫无意义,甚至给工作带来很大的危害。因此控制测量误差就成为衡量测量技术水平的标志之一。

1.2.1.2 测量误差的来源

测量误差是由各种因素造成的偏差的综合,其来源较复杂,主要包括表 1.2.1 所示内容。

表 1.2.1 测量误差的来源

序号	名称	定义	举例
1	仪器误差	仪器仪表本身及附件引起的误差	1. 指针式仪器仪表刻度的误差 2. 数字式仪器仪表的量化误差 3. 仪器仪表内电路的零点漂移
2	使用方法误差 (操作误差)	测量过程中,因使用方法不恰当而造成的误差	1. 规定垂直安放的仪器仪表水平放置 2. 接线太长或未考虑阻抗匹配 3. 未按操作规程进行预热、调节、校准等
3	人身误差	由人的感觉器官和运动器官所产生的误差	测试人员在读取仪表的指示数时,读得偏高或偏低
4	环境误差	由外界环境的变化而产生的误差	温度、湿度、电磁场、机械震动、噪声、光照、放射性等变化

1.2.2 测量误差的表示方法

测量误差的表示方法有两种:绝对误差和相对误差。

1.2.2.1 绝对误差

测量值 X 与其真值 A_0 之差称为绝对误差,用 ΔX 表示为

$$\Delta X = X - A_0$$

由于真值无法测得,故常用高一等级标准仪器的测量值 A 代替真值 A_0 ,则绝对误差表达式为

$$\Delta X = X - A$$

当 $X > A$ 时,绝对误差是正值,反之为负值。

1.2.2.2 相对误差

绝对误差可以说明测量值偏离实际值的程度,但是不能说明测量的准确程度。例如测量 100 V 的电压时 $\Delta X_1 = 2$ V,测量 10 V 电压时 $\Delta X_2 = 0.5$ V,虽然 $\Delta X_1 > \Delta X_2$,可是实际 ΔX_1 只占被测量的 2%,而 ΔX_2 却占被测量的 5%。显然后者的误差对测量结果的影响相对较大。因此工程上常采用相对误差来比较测量结果的准确程度。将测量的绝对误差 ΔX 与被测量的约定值 A (高一等级标准仪器的测量值)之比称为相对误差,用百分数表示。相对误差有以下几种表示方法:

1. 实际相对误差(r_A)

用绝对误差 ΔX 与被测量的实际值 A 的百分比来表示实际相对误差,即

$$r_A = \Delta X / A \times 100\%$$

2. 示值相对误差(r_X)

用绝对误差 ΔX 与仪器给出值 X 的百分比来表示示值相对误差,即

$$r_X = \Delta X / X \times 100\%$$

3. 满度相对误差(r_m)

用绝对误差 ΔX 与仪器的满刻度值 X_m 的百分比来表示满度相对误差,即

$$r_m = \Delta X / X_m \times 100\%$$

电工仪表的准确度等级分为 0.1、0.2、0.5、1.0、1.5、2.5 和 5.0 共 7 个级别,由满度相对误差(r_m)决定。例如准确度为 0.5 级的电工仪表,意味着它的 $0.2\% \leq |r_m| \leq 0.5\%$ 。

注意:测量结果的准确度一般总是低于仪器仪表的准确度。在仪器仪表准确度等级确定后,示值越接近最大量程,示值相对误差就越小。所以测量时应注意选择合适的量程,使指针的偏转位置尽可能处于满度值的 2/3 以上区域。

1.2.3 测量误差的分类

从测量误差产生的原因及特征角度看,误差分为系统误差、随机误差和粗大误差三类,如表 1.2.2 所示。

表 1.2.2 测量误差的类型、意义和产生原因

序号	类型	意义	产生原因
1	系统误差	在相同条件下重复测量同一量时,误差的大小和符号保持不变或按照一定的规律变化的误差	仪器仪表误差、使用方法误差、人身误差、环境误差等

续表

序号	类型	意义	产生原因
2	随机误差	在相同条件下重复测量同一量时,误差的大小和符号无规律地变化的误差	仪器仪表内部元器件和零部件产生的噪声、温度及电源电压的不稳定、电磁干扰、测量人员感觉器官的无规律变化等
3	粗大误差(过失误差)	在一定条件下测量结果明显偏离实际值所对应的误差	测量者对仪器仪表不了解、粗心,导致读数不正确或突发事故等

1.2.4 测量数据的处理

测量数据处理就是从测量值原始数据中求出被测量的最佳估计值,并计算其准确度。

1.2.4.1 有效数字

有效数字是指它的绝对误差不超过末位数字的单位的一半时,从它的左边第一个不为零的数字算起,直到末位为止的全部数字。例如 12.6 为 3 位有效数字,0.006 为 1 位有效数字,0.020 为 2 位有效数字。

有效数字的正确表示,应注意以下几点:

① 前面的“0”不能算有效数字,后面的“0”是有效数字。例如 0.045 和 45.00,前者是 2 位有效数字,后者为 4 位有效数字。

② 对后面带“0”的大数目数字,不同写法其有效数字位数是不同的。例如 1 000 如果写成 10×10^2 表示 2 位有效数字,写成 1×10^3 则成为 1 位有效数字。

③ 有效数字的位数与测量误差的关系:在写有绝对误差的数字时,有效数字的末位应与绝对误差取齐。例如 6.25 ± 0.01 不能写成 6.25 ± 0.1 ,又如 16.250 ± 0.012 不能写成 16.250 ± 0.0122 。在写带有单位的量值时,有效数字也应与绝对误差对齐。例如 $4\,500\text{ kHz} \pm 1\text{ kHz}$ 不能写成 $4.5\text{ MHz} \pm 1\text{ kHz}$ 。

1.2.4.2 数据舍入规则

① 遇到大于 5 的数,向前位入 1。

② 遇到小于 5 的数,舍去。

③ 遇到等于 5 的数,有以下两种情况:

a. 如果 5 后面有数字,则舍 5 入 1。

b. 如果 5 前面是奇数,则舍 5 入 1,如果是偶数,则舍 5 不入。

舍入规则可简单概括为:小 5 舍;大 5 入;等 5 看奇偶,奇入偶不入。

1.3 电子测量仪器的基础知识

电子测量仪器是由电子元器件组成的装置,用以测量各种电磁参量或提供测量用的电信号。如果配上适当的换能器,还能测量其他的非电量。

1.3.1 电子测量仪器的分类

1.3.1.1 按功能分类

电子测量仪器原则上可分为专用仪器和通用仪器两大类。通用仪器按功能分类如表 1.3.1 表示。

表 1.3.1 通用仪器按功能分类

序号	功能	仪器名称
1	显示波形	逻辑分析仪、单踪示波器、多踪示波器等
2	指示电平	电子毫伏表、数字电压表、功率计等
3	分析信号	电子计数器、频谱分析仪、失真度仪等
4	网络分析	扫频仪、网络分析仪等
5	参数检测	Q 表、晶体管图示仪、集成电路测试仪等
6	提供信号	低频信号发生器、高频信号发生器、函数信号发生器、彩色电视信号发生器、噪声信号发生器等

1.3.1.2 按工作频段分类

按工作频段分类电子测量仪器通常可分为超低频类、低频类、高频类和超高频类。

1.3.1.3 按工作原理分类

按工作原理分类电子测量仪器可分为模拟式仪器和数字式仪器。

1.3.2 电子测量仪器的误差

由电子测量仪器本身性能不完善所引起的误差称为电子测量仪器的误差,主要包括四个方面,见表 1.3.2。

表 1.3.2 电子测量仪器的误差

序号	名称	意义
1	允许误差	在技术标准、检定规程等规定的电子测量仪器的误差极限内的误差称允许误差
2	基本误差	电子测量仪器在标准条件下所具有的误差
3	附加误差	在非标准条件下所增加的误差
4	稳定误差	电子测量仪器的标准值在其他影响量和影响特性保持恒定的情况下,在规定时间内所产生的误差极限

1.3.3 电子测量仪器的日常维护

电子测量仪器由各种电子元器件构成,它们的性能容易受温度、湿度、电源等外界因素的影响,最终导致仪器的性能发生变化。为延长仪器的使用寿命,应对电子仪器进行日常维护,内容有以下几个方面,见表 1.3.3。

表 1.3.3 电子仪器的日常维护

序号	维护名称	维护项目
1	保持环境干燥通风	放在通风、干燥、阳光充足但防止直射的房间;禁止放在水泥地板上;远离发热电器
2	保持清洁	防尘,使用防尘罩(仪器充分降温后),仪器外壳上的灰尘用干布清除,仪器内部的积尘用小型吸尘器、毛刷或吹风器(冷风)清除,仪器散热网孔上的灰尘及时清除
3	防腐蚀	远离酸、碱性等腐蚀物质;有电池的仪器要定期检查电池,如果长期不用将电池取出
4	防震动	轻拿轻放,在工作台上严禁安装电动设备或有激烈震动的设备
5	防漏电	采用三芯插头、插座;机壳要接地,不能接在中性线上
6	定期计量	定期到计量部门校验或借助标准仪器进行校验
7	合理放置	仪器高度应尽量与操作人员眼睛保持水平;质量大的仪器放在下面,仪器与被测电路之间的连线尽可能短,减少相互干扰

练习 题 一

一、填空题

1. 电子测量是以_____为依据,以_____为手段,对_____和_____所进行的测量。
2. 先测量 20 kΩ 电阻两端的电压,再求出流过电阻的电流,这种测量方法称为_____测量法。
3. 被测量的真实值与测量值的偏差称为_____。
4. 某同学将规定卧式放置的仪器错误地变为立式放置来测量,因此而产生的误差称为_____。
5. 如果 20 kΩ 电阻的测量值为 19.5 kΩ,则测量的绝对误差为_____,测量的相对误差为_____。
6. 测量时选择量程的原则是使指针的偏转位置尽可能处于满度值的_____以上区域。
7. 数据舍入原则简单概括为_____。

二、判断题(正确的用“√”错误的用“×”)

1. 用数字式万用表对某电阻的阻值进行测量不是电子测量。(非)
2. 由于环境温度变化而引起的测量误差称为仪器误差。(量)
3. 在写带有单位的量值时,准确的写法是 780 kΩ ± 1 kΩ。()
4. 20 × 10² 是 4 位有效数字。()
5. 当被测量的电压是 8 V 时,量程应选择 10 V 测量误差才最小。()
6. 对于电子测量仪器外表的灰尘可以用湿布擦去。()
7. 为了人身和财产的安全,测量仪器的外表不可接地。(器)

三、问答题

1. 测量误差包括哪些方面?

2. 被测电压为 6 V, 现有两只电压表, 一只量程为 10 V 准确度为 0.5 级; 另一只量程为 50 V 准确度为 0.1 级。哪一只电压表测量较准确? 为什么?
3. 对下列数字进行舍入处理, 只保留 2 位有效数字:
47 267; 687.8; 3.560; 34 649。
4. 保持电子测量仪器的清洁应该做到哪些?

实训一 认识电子测量仪器

一、实训目的

1. 认识电子测量仪器。
2. 了解电子测量仪器的用途、型号。

二、实训器材

实训室中的各种电子测量仪器及其使用说明书。

三、实训内容及步骤

在教师指导下,观察各种电子测量仪器并填写表 1.1。

表 1.1 实训记录表

[illegible]

四、实训总结(有什么收获,存在哪些问题)

第2章 万用表

本章学习目标

1. 了解万用表的类型、基本结构和主要特性。
2. 掌握指针式万用表和数字式万用表的使用方法及其正确选用原则。
3. 理解指针式和数字式万用表的基本工作原理。

2.1 万用表概述

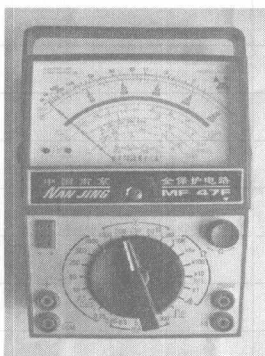
万用表是用来测量电流、电压等多种电路参量和电阻、电容、电感、二极管、三极管等多种元器件参数的电工电子仪表。掌握万用表的正确使用方法是对电工电子类专业人才最重要、最基本的技能要求。

2.1.1 万用表的分类

万用表是一种便携式仪表,可以比较精确地测量电阻阻值、交/直流电压、交/直流电流,所以也叫三用表。但随着科学技术的发展,万用表已经不再是只能测量上述几项内容了,还能测试电容容量、三极管的放大倍数等。

2.1.1.1 按显示方式分类

按显示方式万用表分为指针式万用表和数字式万用表两类,如图 2.1.1 所示。



(a) MF47型指针式万用表



(b) DT9972型数字式万用表

图 2.1.1 指针式和数字式万用表

2.1.1.2 按精度分类

按精度万用表可分为精密、较精密、普通三种。

2.1.1.3 按表头线圈形式分类

按表头线圈形式万用表分为内磁式和外磁式。

2.1.1.4 按规格型号分类

按规格型号万用表分为指针式万用表和数字式万用表。指针式万用表有 MF500 型、MF47 型、MF50 型等,如图 2.1.2 和图 2.1.1(a)所示。数字式万用表有 DT9972、DT9101、DT890 等,如图 2.1.1(b)所示。

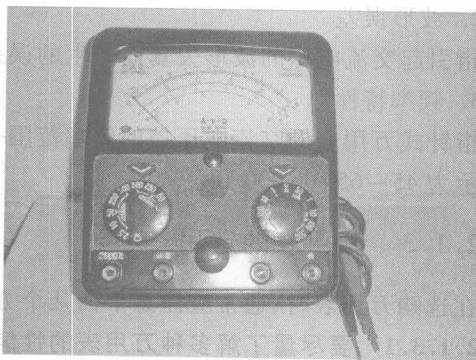


图 2.1.2 MF500 型万用表

2.1.2 万用表的特性

2.1.2.1 万用表的灵敏度

灵敏度是指计量器具对测量对象变化的反应能力。对于指针式万用表,灵敏度有表头灵敏度、直流电压灵敏度、交流电压灵敏度之分。

1. 表头灵敏度

在万用表指针发生最大偏转时,也就是满偏时,流过表头的电流为表头灵敏度,此电流越小,表头的灵敏度就越高。

2. 直流电压灵敏度

直流电压灵敏度用万用表最小直流电压挡满偏电流的倒数来表示。直流电压挡的量程越大,其内阻越大,对测量结果的影响越小。

3. 交流电压灵敏度

交流电压灵敏度用万用表最小交流电压挡满偏电流的倒数来表示。交流电压挡的量程越大,其内阻越大,对测量结果的影响越小。

2.1.2.2 万用表的分辨力及分辨率

1. 分辨力

表示该表可显示的最小数对被测量值的可表达程度,是描述数字式万用表技术性能的一项参数。一般来讲,量程越小,分辨力越高,反之,分辨力越低。

2. 分辨率

表示分辨力的相对值,就是用最小分辨力除以最大显示数,用百分数表示。

2.1.2.3 万用表的准确度等级

指针式万用表的准确度等级有 0.5 级、1.0 级、1.5 级、2.5 级、5.0 级。例如万用表中标有“-2.5”,表示直流量程的基本误差为 2.5%。

2.1.2.4 万用表的其他技术性能

1. 线性度 指测量仪表各刻度的分布,偏离均匀分布理想点的误差程度。数字式万用表的线性度比指针式万用表的线性度更好。

2. 波形误差

指引起交流电压的波形失真而产生的误差。

3. 频率特性

指针式万用表的交流电压挡的频率范围一般是 $45 \sim 65$ Hz, 其扩展频率为 $1\,000$ Hz, 刻度盘上表示为 $45 \sim 65 \sim 1\,000$ Hz。

2.1.3 万用表的选用

在选购万用表时, 通常应注意下面几个方面。

2.1.3.1 要尽量了解多种万用表的性能和价格

在购买之前, 首先根据自己的需要, 对万用表的性能作进一步的了解。如对测量精度要求很高, 则应选择高精度、高灵敏度、性能好的万用表; 反之, 如果是家庭或者初学者使用, 选择价格便宜、性能一般、具有一些基本量程的万用表即可。

2.1.3.2 注意万用表的外观

表盘刻度要清晰、无污点, 表壳光亮而无划痕, 后盖结合紧密不松动, 提手牢固安全, 功能开关触点接触可靠不晃动, 旋转时声音清脆而无杂音, 机械调零旋钮和电阻挡调零旋钮旋转要灵活。

2.1.3.3 表头的检查

机械调零后, 将万用表在水平、垂直方向上作小幅度的来回晃动, 看指针是否有明显的摆动; 将万用表水平放置和竖起放置时, 表针偏转不应该超过一个小格; 将万用表旋转 360° 时, 指针应该始终在零附近均匀摆动。

2.1.3.4 测量准确度的检测

要判断万用表的性能, 首先应该准备一些检测物, 如电阻、电池、电容等, 对电阻挡、电压挡、电流挡进行实验性检测。

2.2 指针式万用表

2.2.1 指针式万用表的结构与工作原理

指针式万用表的种类很多, 但它们的基本组成和工作原理基本相同。下面以 MF47 型指针式万用表为例进行介绍, 如图 2.2.1 所示。

MF47 指针式万用表是一种高灵敏度、多量程的携带式仪表, 该表共有 26 个基本测量量程, 可测量交/直流电压和电流、直流电阻及音频电平, 能估测电容的性能, 判别各种类型的二极管、三极管极性。

2.2.1.1 指针式万用表的结构

指针式万用表主要由测量机构、测量电路、转换装置等组成。从外观上看, 指针式万用表由外壳、表头、表盘、机械调零旋钮、电阻挡调零旋钮、转换开关、专用插孔、表笔插孔等组成, 如图 2.2.1 所示。指针式万用表的内部结构见图 2.2.3, 由电池、电阻、电容、电感、二极管、三极管等元器件组成。