

双色版

就是要轻松

看图学万用表使用



■ 杨清德 主编

图解示例，一看就懂

双色印刷，强调重点

步步引导，就是轻松



机械工业出版社
CHINA MACHINE PRESS



就是要轻松：看图学 万用表使用 (双色版)

杨清德 主编



机械工业出版社

本书是一本介绍常用万用表使用的入门级工具书，系统地介绍了指针式万用表和数字式万用表的使用方法及应用技巧，重点讲述了万用表检测常用元器件及其在电气设备检修工作中的灵活应用。此外，还对万用表常见故障的检修方法进行了简要介绍。

本书注重实用性，通俗易懂，适合电工技术、电子技术初学者阅读，也可作为岗前培训用书，还可供职业院校学生阅读。

图书在版编目 (CIP) 数据

看图学万用表使用/杨清德主编. —北京: 机械工业出版社,
2015. 7

(就是要轻松: 双色版)

ISBN 978-7-111-50758-1

I. ①看… II. ①杨… III. ①复用电表 - 使用方法 - 图解
IV. ①TM938. 107 - 64

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2015) 第 150003 号

机械工业出版社 (北京市百万庄大街 22 号 邮政编码 100037)

策划编辑: 付承桂 责任编辑: 任 鑫

责任校对: 赵 蕊 封面设计: 路恩中

责任印制: 乔 宇

保定市 中画美凯印刷有限公司印刷

2015 年 9 月第 1 版第 1 次印刷

184mm × 260mm · 11.5 印张 · 261 千字

0001—3000 册

标准书号: ISBN 978-7-111-50758-1

定价: 39.90 元

凡购本书, 如有缺页、倒页、脱页, 由本社发行部调换

电话服务

服务咨询热线: 010-88361066

读者购书热线: 010-68326294

010-88379203

封面无防伪标均为盗版

网络服务

机工官网: www.cmpbook.com

机工官博: weibo.com/cmp1952

金书网: www.golden-book.com

教育服务网: www.cmpedu.com

前言 Preface



随着社会的不断发展进步，越来越多的职场人已经意识到，社会对人才的评定标准和企业的用人观念正在发生颠覆性改变，从近年来技工类人才薪资不断攀高的现象就不难看出，“崇尚一技之长、不唯学历凭能力”的社会氛围正在逐步形成。许多人都想要成功，却不知道成功的道路永远只有一条，那就是不断地学习。无论是正在准备求职的你，还是已经找到了工作的你，多挤出些时间看书学习，不断地“充电”，事实证明，这是助你快速提升技术水平及工作能力最有效的途径之一。基于让初学者轻轻松松学电工技术的构想，我们编写了这套丛书，首次与读者见面的有《就是要轻松：看图学电工技术（双色版）》、《就是要轻松：看图学电工识图（双色版）》和《就是要轻松：看图学家装电工技能（双色版）》3本书，第二批与读者见面的有《就是要轻松：看图学万用表使用（双色版）》、《就是要轻松：看图学电子元器件（双色版）》、《就是要轻松：看图学电工布线（双色版）》《就是要轻松：看图学PLC与变频器（双色版）》和《就是要轻松：看图学电工技能（口诀篇）（双色版）》5本书。

《就是要轻松：看图学电工技术（双色版）》——以初学者学习电工技术掌握的技能为线索，主要介绍常用电工工具及材料、常用电工仪表的使用、常用电工电子技术元器件的应用、电工基本操作技能、常用电气安装、电动机应用技术、PLC及变频器的应用等内容，让读者的综合技能水平得到快速提高。

《就是要轻松：看图学电工识图（双色版）》——以初学者学习电工技术必须掌握的识图技能为线索，主要介绍电工识图及绘图基础知识、电气照明施工识图、工厂供配电电气识图、电动机控制电气图识读、常用机床控制电气图识读，以及小区安防监控电气图识读等内容，让读者看得懂，会应用。

《就是要轻松：看图学家装电工技能（双色版）》——以初学者学习家装电工必须掌握的知识及技能为线索，主要介绍家装电气基础、常用电工工具和仪表、住宅电气规划与设计、家装电气布线施工、配电与照明装置安装、家庭网络系统构建、家庭常用电器的安装等内容，带领读者亲临正规家装公司的施工现场去见习，快速掌握实际操作技能。

《就是要轻松：看图学万用表使用（双色版）》——以初学者如何巧学巧用万用表为线索，主要介绍电子测量技术及常用万用表的基础知识、指针式万用表和数字式万用表的一般使用方法、万用表检测常用元器件的

方法及技巧、万用表在实际检修工作中的应用实例，同时，还介绍了万用表常见故障的检修步骤及方法。

《就是要轻松：看图学电子元器件（双色版）》——初学者学习电子技术离不开元器件，该书详细介绍了10余种常用元器件的作用、种类、型号与特性参数、选用及检测、应用注意事项等知识，是一本将元器件基础理论、参数查询、识别、检测与应用等知识完美融合的入门类工具书。

《就是要轻松：看图学电工布线（双色版）》——以国家有关电气布线的相关规定及要求为依据，介绍了电力架空线路、电缆线路、照明线路及其配电器材的安装，同时介绍了建筑弱电系统布线的基本要求及方法。

《就是要轻松：看图学PLC与变频器（双色版）》——主要介绍了PLC与变频器应用的基础知识、基本使用方法及技巧、日常维护及常见故障排除方法，以及PLC与变频器在电气工程中的应用实例等。

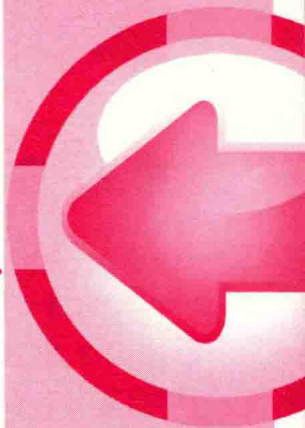
IV 《就是要轻松：看图学电工技能（口诀篇）（双色版）》——以通俗易懂的语言，介绍了常用电工工具及仪表的使用、导线连接方法等电工操作基本技能，电气线路与照明的规划、设计与施工，常用高、低压电器的应用，电动机及其控制电路，配电变压器的应用，电工识图的基本步骤及方法等内容。

本书由杨清德主编，另外，陈东、余明飞、冉洪俊、沈文琴、杨松、李建芬、任成明、先力、周万平、胡萍、乐发明、胡世胜、崔永文、赵顺洪等同志也参加了本书的部分编写工作。

由于编者水平有限，加之时间仓促，书中难免有错误和不妥之处，敬请广大读者批评指正。主编的电子邮箱：yqd611@163.com，来信必复。

编者

目录 Contents



前言

第 1 章 电子测量与万用表 1

- 1.1 电子测量基础知识 1
 - 1.1.1 认识电子测量 1
 - 1.1.2 电子测量的内容和方法 3
 - 1.1.3 测量误差 5
 - 1.1.4 测量数据的处理 9
 - 1.1.5 测量仪器的主要性能指标 10
- 1.2 万用表基础知识 11
 - 1.2.1 万用表简介 11
 - 1.2.2 万用表的选用 15
 - 1.2.3 万用表维护与保养 19

第 2 章 指针式万用表的使用 24

- 2.1 指针式万用表应用基础 24
 - 2.1.1 指针式万用表的结构 24
 - 2.1.2 万用表基本操作法 28
- 2.2 用指针式万用表测量电阻 33
 - 2.2.1 操作步骤及方法 33
 - 2.2.2 测量电阻时的注意事项 36
- 2.3 用指针式万用表测量电压 37
 - 2.3.1 测量交流电压 37
 - 2.3.2 测量直流电压 41
- 2.4 用指针式万用表测量直流电流 45
 - 2.4.1 操作步骤及方法 45
 - 2.4.2 操作注意事项 48

第 3 章 数字万用表的使用 50

- 3.1 数字万用表应用基础 50
 - 3.1.1 数字万用表的结构 50
 - 3.1.2 数字万用表应用须知 53
 - 3.1.3 基本操作方法 54
- 3.2 用数字万用表测量电阻 60
 - 3.2.1 操作步骤及方法 60
 - 3.2.2 测量电阻时的操作要领 61
 - 3.2.3 测量电阻时的注意事项 62
- 3.3 用数字万用表测量电压 63
 - 3.3.1 直流电压测量法 63
 - 3.3.2 交流电压测量法 64
 - 3.3.3 测量电压的操作要领 64
- 3.4 用数字万用表测量电流 66
 - 3.4.1 操作步骤及方法 66
 - 3.4.2 测量电流的操作要领 67

第 4 章 用万用表检测常用元器件 69

- 4.1 用万用表检测常用电子元器件 69
 - 4.1.1 用万用表检测电容器 69
 - 4.1.2 用万用表检测电位器 74
 - 4.1.3 用万用表检测光敏电阻器 76
 - 4.1.4 用指针式万用表检测二极管 78
 - 4.1.5 用数字万用表检测二极管 84
 - 4.1.6 用指针式万用表检测晶体管 86
 - 4.1.7 用数字万用表检测晶体管 90
 - 4.1.8 用万用表检测电感器 92
 - 4.1.9 用万用表检测熔断器 94
 - 4.1.10 用万用表检测晶闸管 95
 - 4.1.11 用万用表测量场效应晶体管 102
- 4.2 用万用表检测常用器件 106
 - 4.2.1 用万用表检测继电器 106
 - 4.2.2 用万用表检测干簧管 108
 - 4.2.3 用万用表检测温度传感器 110

4.2.4	用万用表检测蜂鸣器	110
4.2.5	用万用表检测电源变压器	111
4.2.6	用万用表检测集成电路	113
4.2.7	用万用表检测扬声器	114
4.2.8	用万用表检测送话器	115
第 5 章 万用表在检修工作中的应用.....		117
5.1	用万用表检修小家电常见故障	117
5.1.1	用万用表检修电饭锅	117
5.1.2	用万用表检修饮水机	125
5.1.3	用万用表检修电风扇	130
5.1.4	用万用表检修调光台灯	138
5.1.5	用万用表检修微波炉	139
5.1.6	用万用表检修电磁炉	142
5.2	用万用表检测电动机	147
5.2.1	用万用表判断电动机绕组的首尾端	147
5.2.2	用万用表判断电动机的转速和极数	148
5.3	用指针式万用表直流电流档测量交流电流	149
5.3.1	指针式万用表的电路改进	149
5.3.2	用改进后的指针式万用表测量交流电流	150
5.4	用万用表查找电力电缆故障	151
5.4.1	查找电缆断点	151
5.4.2	检查电缆是否受潮	152
5.5	用万用表检修照明线路故障	152
5.5.1	用万用表分辨相线和零线	152
5.5.2	用万用表检测照明线路及装置	154
5.5.3	用万用表检测照明电路短路故障	155
5.5.4	用万用表检测照明线路开路故障	155
5.5.5	用万用表检测照明线路漏电故障	156
5.6	用万用表检修电力拖动控制线路故障.....	157
5.6.1	用电阻测量法检修电力拖动控制线路故障	157
5.6.2	用电压测量法检修电力拖动控制线路故障	159
第 6 章 万用表常见故障的检修.....		162
6.1	指针式万用表常见故障的检修	162

6.1.1	指针式万用表的检修步骤及方法	162
6.1.2	指针式万用表常见故障的分析与检修	164
6.2	数字万用表常见故障的检修	167
6.2.1	数字万用表的检修步骤及方法	167
6.2.2	数字万用表常见故障的分析与检修	171
参考文献		175

第 1 章

电子测量与万用表

1.1 电子测量基础知识

1.1.1 认识电子测量

1. 什么是测量

测量是人们利用合适的工具，确定某个给定对象在某个给定属性上的量的程序或过程。简单地说，测量就是根据一定的法则用数字对事物加以表示。

1) 所谓“一定的法则”指的是在测量时所采用的规则或方法。例如，用秤测量物体的重量，依据的是杠杆原理；用温度计测物体的温度，依据的是热胀冷缩规律；用尺子测物体的长度，是把尺子的零点对准物体的一端，看物体的另一端所对应的刻度，如图 1-1 所示。可见，使用好的法则，可以得到准确的测量结果；使用坏的法则，则会得到不准确的测量结果。随着人类认识的发展，测量法则不断完善，测量也就越来越准确。

2) 所谓“事物”指的是我们所感兴趣的东西，说得更明确些，是引起我们兴趣的事物的属性或特征。测量就是确定这些属性或特征的差异。

3) 所谓“数字”，是一个比数值意义更广泛的概念，可以表示数量，也可以不表示数量。一般说来，用数字对事物加以确定，就是确定出一个事物或事物的某一属性的量。但有时也可把数字当作一种事物的符号，而不反映事物的量，如 1 班、2 班、3 班等。通常人们说的测量，指的是前一种情况，即根据特定的法则，采用一定的操作程序，给事物确定出一种数量化的价值。

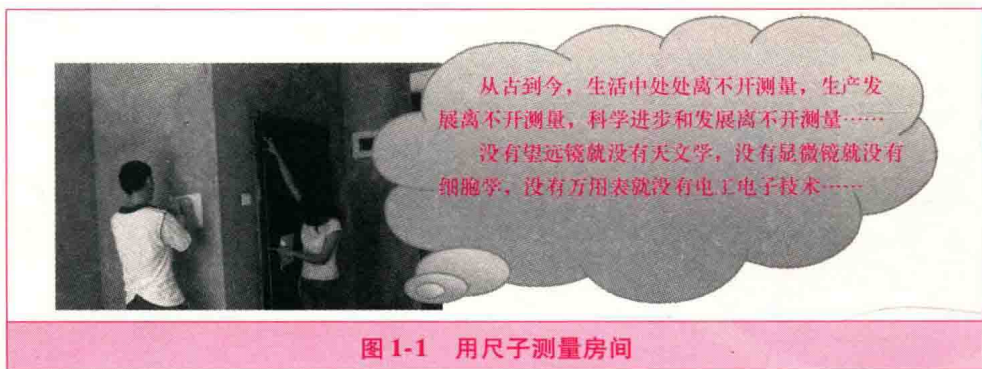


图 1-1 用尺子测量房间

通常，测量结果的量值由两部分组成：**数值（大小及符号）和相应的单位名称**。没有单位的量值是没有物理意义的。好的单位须符合两个条件：**一为有确定意义**，即同一单位在大家看来意义相同，不允许有不同的解释；**二为有相等的价值**，即第一单位与第二单位间的距离等于第二单位与第三单位间的距离。

2

一般地说，测量是一个比较过程。把被测量与同种类的单位量通过一定的方法进行比较，以确定被测量是该单位的若干倍。**要确定事物的量，必须有一个计算的起点，这个起点叫参照点。参照点不同，测量的结果便无法相互比较。**参照点有两种：**一是绝对的零点**，如测量轻重、长短，都以零点为参照点；**二是人定的参照点**，如电工电子技术中规定的大地“零电位点”就是人定的参照点。

【重要提醒】

被测量的数值与所选的单位成反比，也就是说所选的单位越大数值越小，单位越小数值越大。

2. 什么是电子测量

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 120Ω ；某电动机的输入电压，用万用表测量为 $220V$ 等。

广义的电子测量是指利用电子技术进行的测量，其应用范围很广，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，如图 1-2 所示。



图 1-2 电子测量示例

非电量的测量属于广义电子测量的内容，可以通过传感器将非电量变为电量后进行测量。例如，利用数字万用表测量物体的温度。

3. 电子测量的特点

电子测量与其他测量方法相比，具有以下特点：

(1) 测量频率范围宽

在电子测量中对电信号的测量，其频率覆盖范围极宽，为 $10^{-6} \sim 10^{12}$ Hz。但是不可能是同一台仪器能在这样宽的频率范围内工作。通常是根据测量对象工作频段的不同，选用不同的测量原理和使用不同的测量仪器。

(2) 测量量程宽

量程是测量范围的上限值与下限值之差。由于被测量的数值相差很大，因而要求测量仪器具有足够宽的量程。如数字万用表对电阻的测量数值小到 $10^{-5} \Omega$ ，大到 $10^8 \Omega$ ，量程达到13个数量级。一台用于测量频率的电子计数器，其量程可达17个数量级。

(3) 测量准确度高

对于不同参数的测量，测量结果的准确度是不一样的。有些参数的测量准确度可以很高，而有些参数的测量准确度却又相当低。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，误差可减小到 10^{-13} 量级，是目前人类在测量准确度方面达到的最高指标。

(4) 测量速度快

由于电子测量是利用电子测量仪器完成的，因此其工作速度几乎等同于电子运动的速度和电磁波的传播速度，使得电子测量无论在测量速度，还是在测量结果的处理上，都是其他测量方法不可比拟的。

(5) 可以进行遥测

人们可以把电子仪器或与它连接的传感器放到人类自身无法到达或不便长期停留的地方进行测量。通过测量仪器把现场所需测量的量转换成易于传输的电信号，用有线或无线的方式传送到测试控制中心，从而实现遥测和遥控。

(6) 可以实现测试智能化和测试自动化

电子测量本身和它所测量的信号都是电信号，由于大规模集成电路和微型计算机的应用，使电子测量出现了崭新的局面。例如，在测量过程中能够实现程控、遥控、自动转换量程、自动调节、自动校准、自动诊断故障和自动恢复，对于测量结果可进行自动记录、自动数据运算、分析和处理。

1.1.2 电子测量的内容和方法

1. 电子测量的内容

狭义电子测量是指对电子技术中各种电参量所进行的测量，主要包括6个方面，见表1-1。

表 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、电感、电容、阻抗、品质因数、损耗率等参量的测量
2	电路参数的测量	阻抗、品质因数、电子元器件的参数等参量的测量
3	电能量的测量	电压、电流、功率和电场强度等参量的测量
4	电信号特性的测量	电信号的波形、幅度、相位、周期、频率、相位、失真度等参量的测量
5	电路性能指标	灵敏度、增益、带宽、信噪比等参量的测量
6	特性曲线的显示	频率特性、器件特性等参量的测量

【重要提醒】

频率、时间、电压、相位、阻抗等是基本参量，其他的为派生参量。电压测量是最基本、最重要的测量内容。

基本参量的测量是派生参量测量的基础。

2. 电子测量的方法

4

测量方法选择得正确与否直接关系到测量结果的可信赖程度，也关系到测量工作的经济性和可行性。不当或错误的测量方法除了会得不到正确的测量结果外，甚至会损坏测量仪器和被测量设备。有了先进精密的测量仪器设备，并不等于就一定能获得准确的测量结果。必须根据不同的测量对象、测量要求和测量条件，选择正确的测量方法、合适的测量仪器，构成实际测量系统，进行正确、细心的操作，才能得到理想的测量结果。测量方法的分类形式有多种，按照测量过程分类有**直接测量**、**间接测量**、**组合测量**和**比较测量**四种方法。

(1) 直接测量法

直接测量法是用**测量准确程度较高的仪器测量被测量**，**直接得到测量结果**（不需要计算等过程）的方法。其优点是**可以直接从仪器仪表的刻度线上读出结果**，或**从显示器上显示出测量结果**。

例如，测量配电线路的电压，可以从数字万用表的显示器上直接读出结果，如图 1-3 所示。用频率计测量频率、用电流表串入电路中测量电流都属于直接测量的方法。



图 1-3 直接测量

(2) 间接测量法

如被测量不便于直接测定，或直接测量该被测量的仪器不够准确，那么就可以**利用被**

测量与某种中间量之间的函数关系（公式、曲线、表格），先测出中间量，然后通过计算公式，计算出被测量的值，这种方式称为间接测量。

例如，测量已知电阻两端的电压，电阻消耗的功率可以用公式 $P = U^2/R$ （ U 是电阻两端的电压， R 是电阻的阻值）间接求出。

【重要提醒】

间接测量费时、费事，常在下列情况下使用：**直接测量不方便、间接测量的结果较直接测量更为准确，或缺少直接测量仪器等。**

(3) 组合测量法

如果被测量有多个，虽然被测量（未知量）与某种中间量存在一定函数关系，但由于函数式有多个未知量，对中间量的一次测量不可能求得被测量的值。这时可以通过改变测量条件来获得某些可测量的不同组合，然后测出这些组合的数值，通过联立方程求出未知的被测量。

组合测量的典型例子是电阻器温度系数的测量。

(4) 比较测量法

将待测的未知量与已知的标准量进行比较，从而达到测量目的的方法称为比较测量。这种方法用于高准确度的测量。

比较测量法是通过被测参数与某个标准量（校准件）进行比较，从而得出被测参数相对于标准量的偏差值。由于标准量是已知的，因此被测参数的整个量值等于偏差值与标准量的简单代数和。这样，只要把标准量定准，被测参数的整个量值就可很便捷地测出。

【重要提醒】

在选择测量方法时，要综合考虑下列主要因素：**被测量本身的特性、所要求的测量准确度、测量环境、现有测量设备等。**

例如，若直接用万用表 $R \times 1$ 档测量晶体管发射结电阻，则由于限流电阻过小而使基极注入电流很大，很容易将晶体管损坏。所以，不宜用此方法测量晶体管发射结电阻或二极管正向电阻。

1.1.3 测量误差

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，由此信息做出某种判断、评价或决策。但因多方面原因，使测量结果与被测对象的真实状况之间存在一定的误差。

1. 什么是测量误差

在一定条件下，被测量客观存在的确定值，称为真值。测量误差是指测量值与被测量真值相差的程度，即

$$\text{测量误差} = \text{测量值} - \text{真值}$$

例如，在电压测量中，真实电压为 5V，测得的电压为 5.3V，则测量误差 =

5. $3V - 5V = + 0.3V$ 。

由于多种因素的影响，被测量的真值是不可能得到的，测量结果和被测量真值之间总会存在或多或少的误差，这种偏差就叫作测量值的误差。

实际上，真值是难于得到的，实际中，人们通常用两种方法来近似确定真值，并称之为约定真值。一种方法是采用相应的准确度等级高一级的计量器具所复现的被测量值来代表真值；另一种方法是以在相同条件下多次重复测量的算术平均值来代表真值。另外，在产品检测中，某项被测量的设计指标（即标称值）视作已知真值，而测量值与标称值之差，就是产品制作误差（注意：这里的测量值与其算术平均值之差才是测量误差）。

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要求。当测量误差超过一定限度时，测量工作变得毫无意义。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。

【重要提醒】

测量的过程必然存在着误差，误差自始至终存在于一切科学实验和测量的过程之中。绝对精确的数据是极其罕见的。

测量误差并不是“错误”，是事物固有的不确定性因素在量测时的体现。

2. 测量误差的来源

电子测量中的影响量较多而且复杂，影响常不可忽略。环境温度和湿度、电源电压的波动和电磁干扰等是外界影响量的典型例子。噪声、非线性特性和漂移等是内部影响量的典型例子。影响量往往随时间而变化，而且这种变化通常具有非平稳随机过程的性质。

在测量仪器中，若某个工作特性会影响到另一工作特性，则称前者为影响特性。影响特性也能导致测量误差。例如，交流电压表中检波器的检波特性，对测量不同波形和不同频率的电压会产生不同的测量误差。

测量误差是各种因素的偏差的综合。其来源较复杂，见表 1-2。

表 1-2 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	指针式仪表刻度的误差 数字式仪表的量化误差 仪表内电路的零点飘移
2	使用方法误差（操作误差）	测量过程中，使用方法不当而造成的误差	规定垂直安放的仪器如果水平放置 接线太长或未考虑阻抗匹配 未按操作规程进行预热、调节、校准等
3	人身误差	由于人的感觉器官和运动器官不完善所产生的误差	测试人员在读取仪表的指示数时，总是读得偏高或偏低
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、机械振动、噪声、光照、放射性等变化

3. 测量误差的分类

从测量误差产生的原因及特征角度看, 测量误差分为**系统误差**、**随机误差**和**粗大误差**三类, 见表 1-3。

表 1-3 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	仪器误差、使用方法误差、人身误差、环境误差等
2	随机误差	在相同条件下重复测量同一量时大小和符号无规律地变化的误差	仪器内部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因素
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	测量者对仪器不了解、粗心, 导致读数不正确或突发事故等

7

4. 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) 绝对误差

测量值 X 与其真值 A_0 差, 称为绝对误差, 用 ΔX 表示。

$$\Delta X = X - A_0$$

由于真值无法测得, 故常用高一级别标准仪器的测量值 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。

(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 100V 的电压时 $\Delta X_1 = 2V$, 测量 10V 电压时 $\Delta X_2 = 0.5V$, 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。

测量的绝对误差 ΔX 与被测量的约定值 A (高一级别标准仪器的测量值) 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, 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, 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, 即

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

【重要提醒】

通常**仪表的绝对误差在仪表标尺的全长上基本保持恒定**，因而相对误差会随着被测量的减小而逐渐增大，所以相对误差的数值并不能说明仪器的优劣，只能说明测量结果的准确程度。

5. 电工仪表的准确度

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，见表1-4。例如准确度为0.5级的电表，意味着它的 $|r_m| \leq 0.5\%$ 但超过0.2%。

表1-4 电工仪表的基本误差

准确度等级	0.1	0.2	0.5	1.0	1.5	2.5	5.0
基本误差(%)	±0.1	±0.2	±0.5	±1.0	±1.5	±2.5	±5.0

8

某待测电压约为100V，现有0.5级0~300V和1.0级0~100V两个电压表，我们选择哪一个电压表测量更合适呢？

$$r_1 = \frac{300}{100} \times 0.5\% = 1.5\%$$

$$r_2 = \frac{100}{100} \times 1.0\% = 1.0\%$$

此例说明，如果量程选择恰当，用1.0级仪表比用0.5级仪表测量得到的误差还小。因此，**在选用仪表时，应根据被测量的大小，兼顾仪表的准确度等级和量程或测量上限，合理地选择仪表。**为充分利用仪表的准确度，被测量的值应在仪表量程上限的70%~90%为好。

【重要提醒】

测量结果的准确度一般总是低于仪器（仪表）的准确度。其次在**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。

【知识窗】

电工测量仪器的分类

电工测量的对象主要是指电流、电压、电功率、电能、相位、频率、功率因数、电阻等。测量各种电量（包括磁量）的仪器仪表，统称为电工测量仪器。电工测量仪器的种类很多，其中最常用的是测量基本电量的仪表。常用电子仪器仪表的种类见表1-5。