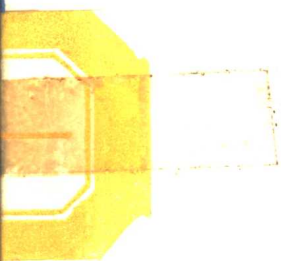


高等学校工程专科教材

电工与 电子技术实验

刘琴芳 主编

高等教育出版社



高等职业院校教材

电工与 电子技术实验

第二版

王兆安 主编



高等学校工程专科教材

电工与电子技术实验

刘琴芳 主编

高等教育出版社

(京)112号

内 容 简 介

本书是在国家教育委员会高教司组织指导下,根据高等学校工程专科《电工技术课程教学基本要求》、《电子技术课程教学基本要求》、《电工学课程教学基本要求》编写的,经高等学校工程专科电工学课程教材编审组审查通过,作为高等学校工程专科非电类专业教材,也可供电视大学及高等师范专科学校选用。

全书包含两部分内容。一部分是实验基础知识,介绍常用电工、电子仪器的结构原理和使用方法。另一部分是实验内容,包括电工技术实验13个,模拟和数字电子技术实验14个。其中包括一些实用性较强的实验项目和综合型实验项目。

高等学校工程专科教材

电工与电子技术实验

刘琴芳 主编

*

高等教育出版社出版

新华书店总店科技发行所发行

中国科学院印刷厂印装

*

开本 787×1092 1/16 印张 10.25 字数 250 000

1994年5月第1版 1994年5月第1次印刷

印数0001—4 795

ISBN 7-04-004794-2/TM·235

定价 4.40元

前 言

本书是国家教委高等学校工程专科基础课程教材编审组电工学小组于1990年11月郑州会议上确定编写的,是一本为工程专科非电类专业《电工学》和《电工技术》、《电子技术》教材配套的实验教材。编者充分认识到,实验教学是高等专科学校培养应用型人才的重要环节,对学生能力的培养具有其它教学环节不可代替的重要作用。为此,本教材在满足课程教学基本要求的前提下,尽可能从加强实验基础知识和实用性实验内容两方面努力,力图较好地达到提高学生实践能力的目的。

全书共分两篇。第一篇共五章,介绍实验基础知识,除介绍有关元器件和电工、电子仪表仪器及其使用知识外,还特别介绍了电工、电子测量基本知识和实验故障的分析、判断及排除的方法。第二篇共六章,包括电工技术实验13个,模拟、数字电子技术实验14个。其中,除课程教学基本要求规定的全部实验内容以外,还提供了若干个实用性较强的实验项目。如照明电路安装,电路故障查找,晶闸管调光器,555定时器及其应用等等。此外,为便于各个学校使用,编写中尽可能选择各种常用的、典型的电工仪表和电子仪器。如果有不一致的地方,各校可自行调整补充。

在“电工学”“电工技术”“电子技术”课程教学基本要求的总说明中对于实践性教学环节作了以下的叙述。

实验与习题课等实践性教学环节的学时数,不得低于总学时的30%。其中实验教学环节不只是验证理论,更重要的是培养能力。各校除开设基本实验项目外,还可根据自己的实验条件开设一些其它实验项目。为增加学生实际动手的机会,实验时每组不宜超过2人,并应有严格的考核制度。

本书所编入的实验项目已经覆盖了教学基本要求所规定的实验内容,并有所扩展。凡作为选做、扩充的实验项目,在目录中用“*”号表示。对于基础较好的或进行加强实验能力试点的学校(或专业),可以增开选做实验项目或选做实验内容,必要时可由学校自行编写补充教材。

本书是按照规定参考教学时数为“电工学”72—81学时,“电工技术”54—63学时,“电子技术”54—63学时编写的,因此各校应开的电工学实验不少于11次,电工技术实验不少于8次,电子技术实验不少于8次。

本书由刘琴芳副教授任主编,参加编写的有:上海纺织工业专科学校周瑞华(第一,二,三,六章),江南大学刘琴芳(第四,五章),哈尔滨机电专科学校于德水(第七章),武汉冶金建筑专科学校张彦、宋玉玢(第八章),江南大学俞运、南京机械专科学校杨琴华(第九章),湖南纺织专科学校程春红(第十章),南京机械专科学校龚克西(第十一章)。本教材由上海交通大学朱承高高级工程师主审,在审稿中提出了许多极为宝贵的意见和建议。参加审稿会的有全国高等学校工程专科电工学课程教材编审组成员王文胜、席时达、吕国泰、魏玉清(秘书)。还邀请了上海交通大学孙文卿教授,中国计量学院吴项副教授。与会代表对本书均提出了不少中肯的意见。

• I •

EAC97/1534

另外上海机械专科学校侯文和武汉冶金建筑专科学校沈时伦亦提供了一部分资料。

编者对为本书的编写与定稿作出贡献的所有同志表示衷心感谢。由于编者水平有限,书中不当之处望得到使用本书的教师和学生的指正,批评意见请寄无锡江南大学电工教研室。

目 录

实验须知	1
------	---

第一篇 实验基础知识

第一章 电工、电子测量基本知识	2	3-3 常用电阻器	23
1-1 测量与测量误差	2	3-4 电位器	24
1-2 测量误差的消除	4	3-5 电容器	25
1-3 有效数字的概念	5	第四章 常用电子仪器及其使用方法	27
1-4 测量结果的图解分析	6	4-1 晶体管稳压电源	27
第二章 常用电工仪表和测电笔	7	4-2 数字式万用表	28
2-1 常用指示式仪表	7	4-3 晶体管毫伏表	30
2-2 指示式仪表的基本结构	9	4-4 低频信号发生器	31
2-3 电流、电压、功率的测量	12	4-5 电子示波器	34
2-4 万用表的使用方法	16	第五章 实验中的故障	45
2-5 测电笔的结构及使用	18	5-1 电工、电子实验故障概述	45
第三章 常用电路元器件	20	5-2 判断故障的基本方法	45
3-1 电阻器电容器标志内容和标志方法	20	5-3 确定故障原因和排除故障	47
3-2 常用电阻器、电容器型号命名方法	21	5-4 电工、电子实验故障举例	48

第二篇 实验内容

第六章 直流电路	51	实验十一 三相异步电动机的控制	94
实验一 电工技术认识实验	51	*实验十二 三相异步电动机的时间控制	95
*实验二 伏安特性及电阻串并联	54	实验十三 控制电路综合应用	99
实验三 线性网络定理	58	第九章 分立元件模拟电子电路	101
*实验四 RC 电路的暂态分析	61	实验十四 电子技术认识实验	101
第七章 正弦交流电路	65	实验十五 单管低频放大电路	104
实验五 日光灯及功率因数的提高	66	实验十六 阻容耦合负反馈放大电路	108
*实验六 串联谐振及并联谐振	71	实验十七 整流、滤波、稳压电路	112
实验七 三相交流电路	77	*实验十八 晶闸管调光实验	115
*实验八 照明电路的安装	83	第十章 模拟电子集成电路	121
第八章 变压器、电动机、继电器-接触控制	89	实验十九 基本运算放大电路	121
实验九 单相变压器	89	*实验二十 信号处理电路	125
实验十 三相异步电动机的使用	91	*实验二十一 波形发生电路	129

第十一章 数字电路.....	132	*实验二十五 计数器、移位寄存器	145
实验二十二 门电路功能测试.....	132	实验二十六 计数、译码、显示电路.....	150
*实验二十三 组合逻辑电路	136	*实验二十七 555 定时器及其应用.....	156
实验二十四 集成触发器功能测试	139		

实验须知

一、实验应注意的事项

1. 实验前每位同学要预习,阅读实验教材,熟悉实验线路及内容,了解仪器设备的使用。拟出实验所需的数据记录图表。

2. 进实验室后,检查所用仪器设备是否齐全,能否满足实验要求。

3. 检查实验板或实验装置,察看有没有断线及脱焊等情况。同时要熟悉元、器件的按装位置,便于实验时能够迅速准确地找到测量点。

4. 为减少接线差错,每个接头或焊接端所连接线头一般不超过两个。接线时主电路应从电源的一端开始,先接主要的串联电路,后接各个并联支路,终止于电源的另一端。最后须经指导教师同意后方可接通电源。

5. 实验过程中,如发现异常声音、火花、异常气味、超量程等不正常现象时,应立即切断电源。待找出原因并排除故障后,经指导教师同意方可继续进行实验。

6. 测量数据和调整仪器要认真仔细,注意人身及设备的安全。对 220 V 以上的电压要特别小心,严禁带电接、拆线路,人体严禁接触线路中带电的金属部位,以免发生人身触电事故。

7. 实验内容完成后,实验结果须经指导教师认可,在教师同意后才能拆线。拆线前必须先切断电源,最后应将全部仪器设备及器材复位,清理好导线、工具、元器件等,方可离开实验室。

8. 凡是违章操作损坏设备者,要写出事故原因,并按实验室有关条例处理。

二、对实验报告的一般要求

实验报告是实验工作的全面总结,报告要求文理通顺,简明扼要,字迹端正,图表清晰,分析合理,讨论深入,结论正确。报告除包括每个实验的具体要求外,还应有如下内容:

1. 实验名称、日期、同组人姓名和使用的仪器设备名称规格(或编号)。
2. 根据实验数据整理成数据表格或根据要求绘制成曲线、波形图等。
3. 分析处理实验结果(包括误差分析、结论、实验收获及心得体会、意见等)。
4. 记录实验中出现的的问题、现象及故障的处理分析。
5. 简明回答思考题。

第一篇 实验基础知识

第一章 电工电子测量基本知识

1-1 测量与测量误差

在科学实验中测量是对客观事物取得数量观念的过程。使用测量手段对被测量进行测量所取得的数值与被测量的实际值之间的差值称为测量误差,简称误差。

测量的目的是要获得被测量比较精确的值,而测量误差常常会歪曲某些客观现象。研究测量误差,提高测量精确度是实验中需要重视的问题,研究测量的误差,就是要研究误差的原因、性质、如何正确处理测量结果,以便消除、补偿或减弱误差的影响。掌握了测量误差规律还可以帮助我们正确地组织实验和合理地选定测量方法。

一、误差的表示方法

指示式仪表的误差表示方法有三种:绝对误差、相对误差、引用误差。

1. 绝对误差

绝对误差是仪表指示值与被测量真值之间的差值。用下式表示

$$\Delta x = x - A_0$$

Δx : 绝对误差

x : 仪表指示值

A_0 : 真值,指被测量本身的实际值,真值一般无法求得。在实际应用中,经常用上一级标准仪器的示值作为实际值。

仪表的指示值与读数两者是有区别的,这可以通过下面的例子来说明。例如一只线性刻度为0~100,量程为500 μ A的电流表,当测量时指针指到85分度位置,此时读数即为85,而其指示值应为

$$x = \frac{85}{100} \times 500 = 425 \mu\text{A}$$

2. 相对误差

相对误差 ν 是指绝对误差与真值的比值:

$$\nu = \frac{\Delta x}{A_0}$$

绝对误差的表示方法有它的不足之处,它往往不能确切地反映测量质量。假如测体温和测钢水温度时,其绝对误差均为 $\Delta x = \pm 1^\circ\text{C}$,对体温而言,由于人的体温 $A_0 = 37^\circ\text{C}$,则相对误差:

$$\nu = \frac{\Delta x}{A_0} = \frac{1}{37} \times 100\% = 2.7\%$$

而对钢水测温而言,假设钢水温度 $A_s = 1650^{\circ}\text{C}$ 则相对误差:

$$\nu = \frac{1}{1650} \times 100\% = 0.06\%$$

可见,同样的绝对误差,钢水测温准确度要比测体温高。

相对误差是一个只有大小和符号,而无量纲的量。

3. 引用误差

相对误差可以比较好地反映测量的准确度,但是在连续刻度的仪表中,用相对误差来表示在整个量程内仪表的准确程度往往是不方便的,因为在某一测量量程内,被测量有不同的数值,若绝对误差变化减小而相对误差的分母在变化,求得的相对误差也随之改变。为了计算和划分仪表准确程度的方便,我们引出了最大引用相对误差:

$$\nu_m = \frac{\Delta x}{x_m} \times 100\%$$

式中 ν_m : 最大引用相对误差

x_m : 仪器的满刻度值

电工仪表就是按 ν_m 之值来确定仪表的准确度等级的,它表明了仪表满刻度相对误差不能超过的界限。一般来说某仪表为 A 级准确度,则表明仪表满刻度相对误差 $\nu_m \leq A\%$,例如 1.5 级的电表就表明其 $\nu_m \leq 1.5\%$,并在其面板上标以 1.5 的符号。我国电工仪表按其准确度共分七级,0.1、0.2、0.5、1.0、1.5、2.5、及 5.0。

为了减小测量中的示值误差,在使用电工仪表测量时,应选择指针尽可能接近满刻度的量程,一般应工作在不小于满刻度值 1/2 的区域。例如要测 10V 左右的电压,现有 ± 1.5 级量程为 100V 和 ± 2.5 级量程为 15V 的两只电压表,究竟选用哪一只合适?若选用 ± 1.5 级量程为 100V 的电压表则测量产生的绝对误差 $\Delta U \leq U_m \times \nu_m = 100 \times (\pm 1.5\%) = \pm 1.50\text{V}$,若表头示值为 10V,则被测电压的真值为 $10 \pm 1.50\text{V}$,误差范围很大。若选用 ± 2.5 级量程 15V 的电压表,则测量产生的绝对误差 $\Delta U \leq U_m \times \nu_m = 15 \times (\pm 2.5\%) = \pm 0.375\text{V}$,若表头的示值也为 10V,则被测电压的真值为 $10 \pm 0.375\text{V}$ 。计算结果表明用 2.5 级小量程电表比用 1.5 级大量程电表更合适。所以,在选择测量仪表时应兼顾准确度和量程,不能只看准确度等级。

二、误差分类

误差按其性质与特点可分为系统误差、随机误差和粗大误差。

1. 系统误差

系统误差是指在一定的条件下重复测量同一个量时,其误差数值保持恒定或按某种确切函数规律变化的误差。产生系统误差的原因有:仪器误差(仪表本身材料、零部件及工艺有问题等误差);环境误差(环境温度、湿度及其他外界干扰引起的误差);读数误差(观察者不熟练或不正确的读数方法)等。例如用晶体管毫伏表测电压时,由于测量前未进行零点校正,造成读数不准,产生了零点误差。

2. 随机误差

随机误差又称偶然误差,将高灵敏仪器对某被测量值进行等精度多次重复测量,仔细观察,发现所测数据存在微小而不规则的变化,这种微小变化具有随机变量的特征,故称为随机误差。产生随机误差的原因:热骚动、噪声干扰、电磁场的微变以及测量人员感觉器官的各种无规律的

微小变化等。由于这是由很多复杂因素微小变化的总和所引起的,所以分析比较困难,也无法控制,对其一次测量的具体数值与符号也不能预先估计,实验时多做几次取其平均值,这是处理随机误差中的一种方法。

3. 粗大误差

粗大误差又称粗差。粗大误差是指那些在一定条件下,测量结果显著地偏离其实际值所对应的误差。产生粗大误差的原因有测量方法不当;随机因素影响;测量者粗心等。以性质而言,粗大误差并不能单独成为一类,它本身既可能具有系统误差的性质,也可能具有随机误差的性质,只是在一定测量条件下,其误差的绝对值特别大而已。

1-2 测量误差的清除

一、系统误差的消除

1. 对测量仪器进行校准,并且注意仪器的正确使用条件和方法。

2. 选择合理的测量方法及选用准确度较高的仪表。

3. 采用特殊的测量方法,这里仅简单介绍其中两种方法:

(1) 示零法:这种方法主要是为了消除指示仪表不准而造成的误差。在测量中使被测量对指示仪表的作用与某已知的标准量对指示仪表的作用相互平衡,以使指示仪表示零,这时被测量就等于已知的标准量。

图1-2-1所示就是用示零法测未知电源电压 U_x 的电路,其中 E 是数值已知的标准电动势, R_1 与 R_2 构成标准可调分压器。测量时调节分压比,使

$$U = E \frac{R_2}{R_1 + R_2}$$

恰好等于被测电压 U_x , 这时检流计中没有电流通过,即检流计指针示零。用这种方法就可测得被测电压值

$$U_x = U = E \frac{R_2}{R_1 + R_2}$$

在这里只要标准电动势及分压器准确,检流计灵敏度高,测量就会准确,而不会因检流计本身读数准确与否影响测量精度。

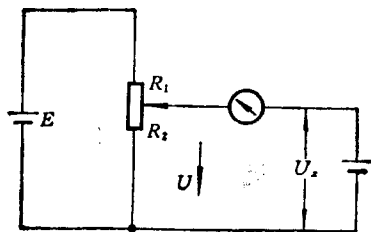


图 1-2-1 示零法测未知电源电压

(2) 替代法:在测量条件不变的情况下,用一个标准已知量去替代被测量,并调整标准量使仪器指示值不变,在这种情况下,被测量就等于标准量的数值。由于在替代过程中,仪器的状态和指示值都不变,那么仪器的误差和其它造成系统误差的因素对测量结果基本上不产生什么影响。

二、随机误差的消除

随机误差是没有确定的规律也不能事先确定的误差,因而不能用实验的方法加以检查和消除。经多次测量可以发现,随机误差使测量数据分配符合一定的统计规律,利用概率论和数理统计的方法研究随机误差对测量数据的影响,能获得趋于真值的测量结果。

在随机误差影响下,测量数据的分布大多接近于正态分布,这种情况下的测量值对称地分布在被测量期望值的两侧,绝对值小的随机误差出现的概率大,而绝对值大的概率小。也就是说,

在足够多次的重复测量中,绝对值相等的正、负误差出现的机会是相同的,而且小误差比大误差出现的机会多。因此,在足够多次的测量中,随机误差的算术平均值必然趋于零。这说明,为了消除随机误差对测量结果的影响;可以增加重复测量次数,测量次数愈多,测量结果的算术平均值愈趋于真值。

三、粗大误差的处理

由于它是显然的错误,并且常常严重歪曲了测量的结果。因此,含粗大误差的测量结果是不可信的,应予抛弃。

1-3 有效数字的概念

一、有效数字

测量中的数据,由于受到误差及仪器分辨能力等因素的限制,它不可能完全准确,同时在对测量数据进行计算时,会遇到象 π 、 e 、 $\sqrt{2}$ 等无理数,实际计算时也只能取近似值,因此得到的数据只是一个近似数。当用这个数表示一个量时,为了表示得确切,通常规定误差不得超过末位单位数字的一半。例如末位数是“个”位,则包含的绝对误差应不大于 0.5,若末位数是“十”位,则包含的绝对误差值应不大于 5。对于这种误差不大于末位单位数字一半的数,从它左边第一个不为零的数字起,直到右面最后一个数字止,都叫做有效数字。例如 824、103、08、3、20 等等,只要其中误差不大于末位单位数字之半,它们就都是有效数字。而 0.0042 k Ω 中的左面 3 个零就不是有效数字,因为它们可以表示成 4.2 Ω ,但 6.40V 中的零却是有效数字,该数包含绝对误差不大于 0.005V,若把 6.40V 改写成 6.4V 则意味着该数包含绝对误差不大于 0.05V,从而改变了测量的精确度。因此,有效数字必须满足其位数与误差大小相适应的原则。

此外,对于象 391000 Hz 这样的数字,若实际上在百位数上包含了误差,即只有四位有效数字,但十位、个位上的零不能去掉,因为虽然它们不是有效数字,却要用来表示数字的大小。为了区分右面三个零的不同,通常采用有效数字乘以 10 的幂来表示,这时上述数字可写作 3910×10^3 kHz,它清楚表明有效数字只有四位,误差绝对值不大于 50Hz。

对尚需进行运算的数字来说,有效数字的位数对运算结果影响较大,所以在测量和运算时适当多留一两有效数字。

二、数字的舍入规则

若有效数字为 n 位,则超过 n 位的数字要根据舍入规则进行处理,目前广泛采用如下的舍入规则:

1. 当保留 n 位有效数字,若后面的数字小于第 n 位单位数字的 0.5 就舍掉,大于 0.5 则在去掉后面数字的同时第 n 位数字加 1。
2. 当保留 n 位有效数字,若后面的数字恰为第 n 位数字的 0.5,则 n 位数字为偶数时就舍掉后面的数字;若为奇数则在去掉后面数字的同时第 n 位数字加 1。这种舍入规则将使有效数字的尾数为偶数的机会变大,它有利于增加除法运算时被除尽的机会,从而有利于减少计算上的误差。如将下列数字保留 3 位有效数字① 45.77 \rightarrow 45.8 (因为 0.07 > 0.05),所以末位进 1;② 36.251 \rightarrow 36.3 (因为 0.051 > 0.05);③ 43.035 \rightarrow 43.0 (因为 0.035 < 0.05);④ 38050 \rightarrow 3.80 \times 10⁴ (因为 50 = 50 而第 3 位是“0”属偶数,所以舍掉);⑤ 47.15 \rightarrow 47.2 (因为 0.05 = 0.05,而第 3 位是 1,属奇数,所以进 1)。

1-4 测量结果的图解分析

用图形曲线来表达测量的结果是一种被广泛应用的方法。由于任何测量都存在一定误差，若直接把测量数据标志在图中并直接连接，曲线就会呈现折线状。显然这样是不妥当的。如何根据测量数据，运用有关误差理论而求得一条最佳曲线的过程，称曲线的拟合。这里介绍一种工程技术上最简单易行的拟合方法——分组平均法。

这种方法是把横坐标分成若干组，例如 m 组。每组包含 2~4 个数据点，然后分别求出各组数据点几何重心的坐标 $(\bar{x}_1, \bar{y}_1), (\bar{x}_2, \bar{y}_2), \dots, (\bar{x}_k, \bar{y}_k), \dots, (\bar{x}_m, \bar{y}_m)$ 。由于进行了数据平均，故在一定程度上削平了测量过程中随机误差的影响。各几何重心点的离散性显著减小，从而使作图较为方便又准确。

图 1-4-1(a) 是每组取两个数据点进行平均的曲线，图 1-4-1(b) 则是每组取 3~4 个数据点进行平均的曲线分组的数目应根据具体情况而定。分组太细，平均效应不明显，分组太粗，则因平均点很少，使作图增加了困难，还可能掩盖了函数原来的基本特性。因此，曲线斜率变化比较大或变化规律较重要的部分，组可以分得细一些，曲线较平坦的部分，组可分得粗一些，如图 1-4-1(c)。

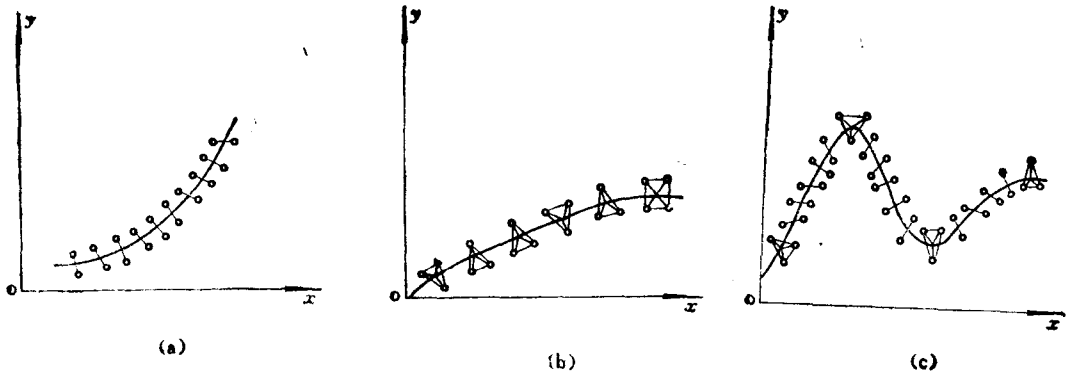


图 1-4-1 测量结果的图解法

第二章 常用电工仪表和测电笔

2-1 常用指示式仪表

在生产科研及实验教学中,需要用电工仪表对电路中的各个物理量进行测量。电工仪表结构简单,使用方便,并有足够的准确度。另外还可以利用电工仪表测量的方法对非电量进行测量。

一、常用电工仪表的分类

电工仪表按测量的方式不同可分为直读式仪表和比较式仪表两种类型。直读式仪表有指示式和数字式两种,本节主要介绍指示式仪表。

指示式仪表又分机电式仪表和电子式仪表两大类。机电式仪表就是通常所说的电工测量仪表(如电压表、电流表、功率表等),电子式仪表一般是由磁电式仪表和电子线路所构成。机电式仪表按工作原理可分为磁电式仪表、电磁式仪表、电动式仪表、感应式仪表等等。按测量的对象来分,可分为电流表(或安培表)、电压表(或伏特表)、欧姆表、功率表等等。按电流的种类来分,可分为直流表、交流表、交直流两用表。电子式仪表一般只有直流电压表、交流电压表和欧姆表等类型。指示式仪表按使用方式又可分为安装式和携带式。按准确度分类共有七个等级:0.1、0.2、0.5、1.0、1.5、2.5、5.0。

二、仪表面板的符号标记

由上面的讨论得知,电工仪表种类很多,性能各异,在实际测量中,要根据被测量,正确选用和使用仪表。国家标准规定把仪表的结构特点,电流种类,测量对象,使用条件,工作位置,准确度等级等等,用不同的符号标明在仪表的刻度盘上。这些符号称为仪表的表面标记。各种符号及其所表示的意义如表 2-1-1 所示。选用仪表时必须注意表面标记。

三、正确选用和使用指示仪表

1. 仪表的选用:一般根据以下五个要求选用仪表。

- (1) 电流种类:直流、交流、正弦、非正弦。
- (2) 作用原理:磁电式、电磁式、电动式、磁电式整流式。
- (3) 测量对象:电压、电流、功率。
- (4) 准确度:根据测量准确度选择仪表准确度等级。
- (5) 量程:根据被测量的大概数值选择仪表量程。

2. 仪表的使用:合理地选择了仪表,还必须正确地使用它,否则就达不到测量的目的。使用仪表主要应注意以下几个问题。

(1) 满足仪表的正确工作条件:测量时要使仪表满足正常工作条件,否则就会引起一定的附加误差。例如应使仪表按规定的位置放置;仪表要远离外磁场和外电场;使用前仪表指针要调到零位。对于交流仪表波形要满足要求,频率要在仪表的允许范围内。

(2) 仪表要正确接线:因为要推动指示仪表的指针给出读数,必然要消耗一定的能量,而这些能量需要来自被测电路。因此电路中接入仪表时,相当于增加了一个耗能电阻(交流电路中为一个阻抗)即仪表的内阻。为了尽量减少接入仪表影响待测量的实际数值,电压表要与被测支路

表 2-1-1

分类	符 号	名 称	分类	符 号	名 称
电 流 种 类		直流表	工 作 原 理		磁电式仪表
		交流表			电磁式仪表
		交直流两用表			电动式仪表
				电磁式仪表 (有磁屏蔽)	
测 量 对 象		电流表		电动式仪表 (有磁屏蔽)	
		电压表		磁电式整流式仪表	
		功率表	绝 缘 试 验		试验电压 2kV
		电度表			
工 作 位 置		水平使用	防 御 能 力		II 级防外磁场及电场
					III 级防外磁场及电场
		垂直使用	准 确 度	1.5	1.5级(以标度尺长度百分数表示的准确度等级)
				1.5 	1.5级(以标度尺长度百分数表示的准确度等级)
端 钮		负端钮	使 用 条 件		1.5级(以指示值百分数表示的准确度等级)
		正端钮			A组仪表
		公共端钮 (多量程仪表和万用表)			B组仪表 在-20~50℃条件下工作
		接地端钮			C组仪表

并联,而且电压表的电阻要远大于被测电阻;电流表要与被测支路串联,而且电流表的内阻要远小于被测支路电阻。另外对于直流表要注意正负极性,“+”端接高电位,电流从标有“+”端流入。

(3) 正确选择仪表的量程:被测量必须小于仪表的量程,否则容易烧坏仪表。为了提高测量准确度,一般量程取为被测量的(1.5~2)倍。如果预先无法知道被测量的大概值,则必须先用大量程进行测量,测出大概数值,然后逐步换成小量程。

(4) 正确读数:当刻度盘有几条刻度时,应先根据被测量的种类,量程,选好所需要的刻度。读数时视线要与刻度尺的平面垂直,指针指在两条分度线之间时,可估计一位数字,估计的位数太多,超出仪表的准确度范围,便没有意义了。反之,读数位数不够,不能达到所选仪表的准确度,也是不对的。

2-2 指示式仪表的基本结构

指示式仪表的核心是测量机构,它主要由三部分组成:①产生转动转矩部分,使仪表的指示器(如带指针的转轴)偏转。②产生阻转矩的部分,使仪表的偏转角与被测量成一定比例,并与转矩平衡在一定的位上,从而反映出被测量的大小。③产生阻尼力矩部分的阻尼器,使指针减少振荡,缩短测量时间。另外还有指示装置,用来指示被测量的大小。指示装置由指针和刻度盘组成,刻度盘固定不动,指针固定在活动部件上。

一、磁电式仪表

图 2-2-1 (a) 为磁电式仪表的测量机构和原理示意图。

永久磁铁的磁场与通有直流电流的可动线圈相互作用而产生偏转力矩,使可动线圈(简称动圈)发生偏转。同时与动圈固定在一起的游丝因动圈偏转而发生变形,产生反作用力矩。当反作用力矩与转动力矩相等的时候,活动部分最终将停留在相应的位置,指针在标度尺上指出被测量的数值。指针的偏转角与通过动圈的电流成正比。因此,标尺上的刻度是均匀的(即线性标尺),这是非常有用的特性。

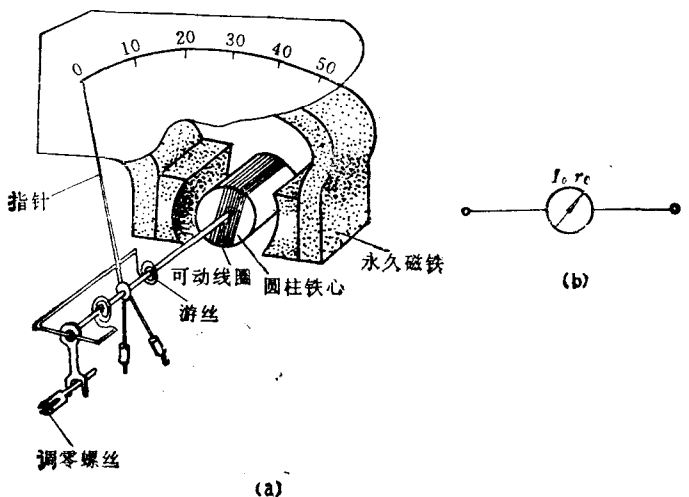


图 2-2-1 磁电式仪表的测量机构和原理图