



中等职业教育国家规划教材
全国中等职业教育教材审定委员会审定

电工技术实训

(电气运行与控制专业)

主编 王兆义



高等教育出版社

中等职业教育国家规划教材
全国中等职业教育教材审定委员会审定

电工技术实训

(电气运行与控制专业)

主 编 王兆义
责任主审 吴锡龙
审 稿 顾荣涛

高等教育出版社

内容简介

本书是根据教育部 2001 年颁发的《中等职业学校电气运行与控制专业教学指导方案》中主干课程《电工技术实训教学基本要求》，并参照有关行业的职业技能鉴定规范及中级技术工人等级标准编写的中等职业教育国家规划教材。

本书共分为三章。第一章测量基础知识；第二章电工基础实验；第三章电工技术实训。本书突出职教特色，选题难易适中，可操作性强，可作为中等职业学校电气运行与控制专业教材，也可作为相关行业岗位培训教材或自学用书。

图书在版编目(CIP)数据

电工技术实训/王兆义主编. —北京：高等教育出版社, 2002. 6(2007 重印)

中等职业学校电气运行与控制专业教材

ISBN 978 - 7 - 04 - 010937 - 5

I. 电... II. 王... III. 电工技术 - 专业学校 - 教材 IV. TM

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2002)第 034852 号

出版发行	高等教育出版社	购书热线	010 - 58581118
社 址	北京市西城区德外大街 4 号	免费咨询	800 - 810 - 0598
邮政编码	100011	网 址	http://www.hep.edu.cn
总 机	010 - 58581000		http://www.hep.com.cn
经 销	蓝色畅想图书发行有限公司	网上订购	http://www.landracom.com
印 刷	国防工业出版社印刷厂		http://www.landracom.com.cn
		畅想教育	http://www.widedu.com
开 本	787 × 1092 1/16	版 次	2002 年 6 月第 1 版
印 张	11.75	印 次	2007 年 5 月第 5 次印刷
字 数	270 000	定 价	14.40 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 10937 - 00

中等职业教育国家规划教材出版说明

为了贯彻《中共中央国务院关于深化教育改革全面推进素质教育的决定》精神,落实《面向21世纪教育振兴行动计划》中提出的职业教育课程改革和教材建设规划,根据教育部关于《中等职业教育国家规划教材申报、立项及管理意见》(教职成[2001]1号)的精神,我们组织力量对实现中等职业教育培养目标和保证基本教学规格起保障作用的德育课程、文化基础课程、专业技术基础课程和80个重点建设专业主干课程的教材进行了规划和编写,从2001年秋季开学起,国家规划教材将陆续提供给各类中等职业学校选用。

国家规划教材是根据教育部最新颁布的德育课程、文化基础课程、专业技术基础课程和80个重点建设专业主干课程的教学大纲(课程教学基本要求)编写,并经全国中等职业教育教材审定委员会审定。新教材全面贯彻素质教育思想,从社会发展对高素质劳动者和中初级专门人才需要的实际出发,注重对学生的创新精神和实践能力的培养。新教材在理论体系、组织结构和阐述方法等方面均作了一些新的尝试。新教材实行一纲多本,努力为教材选用提供比较和选择,满足不同学制、不同专业和不同办学条件的教学需要。

希望各地、各部门积极推广和选用国家规划教材,并在使用过程中,注意总结经验,及时提出修改意见和建议,使之不断完善和提高。

教育部职业教育与成人教育司

二〇〇一年十月

前 言

本书是根据教育部 2001 年颁发的《中等职业学校电气运行与控制专业教学指导方案》中主干课程《电工技术实训教学基本要求》，并参照有关行业的职业技能鉴定规范及中级技术工人等级标准编写的中等职业教育国家规划教材。

电工技术实训是强电专业的一门专业实践课,通过本课程的学习,使学生掌握从事电气工作必备的测量、安装、调试基本知识、基本方法和基本技能,为学习后续课程与从事本专业工作,并为培养学生的工程意识,创新精神和良好的职业道德打下基础。本书在编写时注意了以下几点:

1. 注意学生的文化课程度和接受能力,以及本课程的教学要求,对教学的难易程度作了准确的定位。

2. 注意配合电工基础课的教学,在实验顺序的编排上与电工基础课相衔接,并保留了部分传统的、行之有效的验证性实验。如叠加定理、戴维宁定理等。

3. 突出职教特色,以提高学生的动手能力、分析问题和解决问题的能力为核心,强化规范操作,突出基本训练。使学生在接受基本技能训练的同时,培养实事求是、严肃认真的科学态度与工作作风,养成良好的职业道德。

4. 实验实训选题易懂、易作、易记,可操作性强。

5. 强调课前预习的重要性。为了圆满完成实践教学任务,本教材对每个实验实训课题都提出了预习要求,并给出了预习作业。要求学生在实验实训之前,必须充分预习,在理解了实验实训的原理、要求、方法之后,再去进行实验实训,以达到预期的目的和效果。

本教材中实验实训课题的顺序,各校可根据教学实际情况自行编排。

本书教学时数分配见表 1 和表 2。

表 1 140 学时教学学时分配建议表 (四年制)

序 号	实验、实训内容	学 时 数			
		合计	讲授	实验	机动
1	测量基础知识 ^①	12	12		
2	认识实验	2		2	
3	电阻、电源的电压与电流关系的测试	2		2	
4	电阻的测量	2		2	
5	直流电路电压、电流的测量	2		2	
6	叠加原理	2		2	

续表

序 号	实验、实训内容	学 时 数			
		合计	讲授	实验	机动
7	有源二端网络等效参数的测定	2		2	
8	电阻性电路故障的检查	2		2	
9	正弦电路认识实验	2		2	
10	示波器与信号发生器的使用	2		2	
11	交流元件电压与电流关系的测试	2		2	
12	交流串联电路	2		2	
13	日光灯电路及功率因数的提高	2		2	
14	三相负载的星形联结	2		2	
15	三相负载的三角形联结及三相电路功率的测量	2		2	
16	互感	2		2	
17	单相变压器	2		2	
18	串联谐振电路	2		2	
19	单相电度表的使用	2		2	
20	过渡过程	2		2	
21	综合实验	4		4	
22	焊接训练	6	1	5	
23	万用表的组装与调试	24	4	20	
24	电工实训入门指导	4	2	2	
25	室内照明线路的设计、安装与运行	26	4	22	
26	电工实训选用模块	22	2	20	
机 动		4			4
合 计		140	25	111	4

①说明：第一章的内容分解、穿插在各相关实验之前讲授。

表 2 110 学时教学学时分配建议表 (三年制)

序 号	实验、实训内容	学 时 数			
		合计	讲授	实验	机动
1	测量基础知识 ^①	12	12		
2	认识实验	2		2	
3	电阻、电源的电压与电流关系的测试	2		2	
4	电阻的测量	2		2	
5	直流电路电压、电流的测量	2		2	
6	叠加原理	2		2	
7	有源二端网络等效参数的测定	2		2	
8	电阻性电路故障的检查	2		2	
9	正弦电路认识实验	2		2	
10	示波器与信号发生器的使用	2		2	
11	交流元件电压与电流关系的测试	2		2	
12	交流串联电路	2		2	
13	日光灯电路及功率因数的提高	2		2	
14	三相负载的星形联结	2		2	
15	三相负载的三角形联结及三相电路功率的测量	2		2	
16	互感	2		2	
17	单相变压器	2		2	
18	串联谐振电路	2		2	
19	焊接训练	6	1	5	
20	万用表的组装与调试	24	4	20	
21	电工实训入门指导	4	2	2	
22	室内照明线路的设计、安装与运行	26	4	22	
机 动		4			4
合 计		110	23	83	4

① 说明：第一章的内容分解、穿插在各相关实验之前讲授。

本书由河北廊坊市工业学校王兆义担任主编。第三章的课题一、课题二由北京二轻工业学校的姚毅军编写;第三章的课题三、课题四、课题七由湖北宜昌市电子工业学校的张江城编写;廊坊市工业学校的杨俊峰编写了第二章的实验十七、十八、十九,并负责全书的实验试作任务;其余各章节由王兆义编写。

本书在编写过程中得到了许多教师的大力支持,在此一并表示感谢。

本书编写过程中,参考了一些电工实验、电工操作及电工测量仪表等科技书,借本书出版之机,对原书作者表示感谢。

本书通过全国中等职业教育教材审定委员会审定,由上海大学吴锡龙教授担任责任主审,上海大学顾荣涛副教授审稿。他们对书稿提出了很多宝贵意见,在此表示衷心感谢。

由于编者水平有限,错误之处在所难免,敬请读者批评指正。

编 者
2002年4月

目 录

第一章 测量基础知识	1	实验十 交流元件电压与电流关系的测试	64
第一节 测量误差及测量数据的处理	1	实验十一 交流串联电路	69
第二节 常用测量仪表的分类、选择与应用	4	实验十二 日光灯电路及功率因数的提高	73
第三节 磁电系直流电压表与直流电流表	7	实验十三 三相负载的星形联结	76
第四节 电磁系交流电压表与交流电流表	9	实验十四 三相负载的三角形联结及三相 电路功率的测量	79
第五节 电动系仪表和电动系功率表	11	实验十五 互感	83
第六节 钳形交流电流表	15	实验十六 单相变压器	87
第七节 万用表	16	实验十七 串联谐振电路	90
第八节 兆欧表	19	选用模块	94
第九节 晶体管直流稳压电源	21	实验十八 单相电度表的使用	94
第十节 示波器	22	实验十九 过渡过程	97
第十一节 信号发生器	27	实验二十 综合实验	103
第十二节 晶体管毫伏表	30	第三章 电工技术实训	114
第十三节 转臂电阻箱	31	基本模块	114
第十四节 QJ23 型直流单臂电桥	32	课题一 焊接训练	114
第十五节 自耦调压器	34	课题二 万用表的组装与调试	121
第二章 电工基础实验	36	课题三 电工实训入门指导	135
基本模块	36	课题四 室内照明线路的设计、安装与运行	145
实验一 认识实验	36	选用模块	162
实验二 电阻、电源的电压与电流关系的 测试	40	课题五 三相交流电源相序测量器的设计 与制作	162
实验三 电阻的测量	44	课题六 接地电阻的测量	165
实验四 直流电路电压、电流的测量	48	课题七 外线登高训练	168
实验五 叠加原理	50	附录	174
实验六 有源二端网络等效参数的测定	53	附录一 电工技术实验、实训课须知	174
实验七 电阻性电路故障的检查	56	附录二 实训墙的建立	175
实验八 正弦电路认识实验	59	参考文献	176
实验九 示波器与信号发生器的使用	62		

第一章 测量基础知识

第一节 测量误差及测量数据的处理

一、测量误差的概念

测量误差是指测量的结果与被测量的真值(实际值)之间存在的差异。任何测量都是为了得到被测量的真值。但是由于受到测量工具准确度的限制、测量方法的不完善、测量人员操作不当或经验不足,被测量的真值是无法得到的。测量所得到的测量值只是近似值,测量值与真值之差称为误差。

误差可分为以下几种:

1. 绝对误差

若被测量的真值为 A_0 , 仪表所指示的测量值为 A , 则绝对误差 ΔA 为:

$$\Delta A = A - A_0$$

绝对误差只能反映测量误差的大小和取向(正误差或负误差),不能反映测量结果的准确程度。

2. 相对误差

为了能反映测量结果的准确程度,通常都采用相对误差。

绝对误差 ΔA 与被测量的真值 A_0 之比,称为相对误差 γ :

$$\gamma = \frac{\Delta A}{A_0} \times 100\%$$

由于真值是无法得到的,但它又和 A 十分接近,因此,相对误差的表达式可记作:

$$\gamma = \frac{\Delta A}{A} \times 100\%$$

3. 引用误差

由于相对误差在整个测量仪表刻度尺的全长上不是恒定的,即各个标度上的相对误差是不相等的。因此,在国家标准中,对指示仪表的误差规定用引用误差来表示。所谓引用误差,是测量仪表的绝对误差 ΔA 与测量仪表的满量程 A_m 的百分比,用 γ_m 来表示:

$$\gamma_m = \frac{\Delta A}{A_m} \times 100\%$$

引用误差实际上也是一种相对误差,只是表达式中的分母为测量仪表的满量程。

4. 测量仪表的准确度

测量仪表的准确度用仪表的最大引用误差来表示。考虑到测量仪表各刻度上的绝对误差总存在差异,而且为了能使引用误差包括整个测量仪表的基本误差,用测量仪表的最大绝对误差

ΔA_m 与测量仪表的满量程 A_m 的百分比,定义为测量仪表的准确度,用 $\pm K\%$ 表示:

$$\pm K\% = \frac{\Delta A_m}{A_m} \times 100\%$$

式中: K ——测量仪表的准确度等级,它的百分数为测量仪表的最大引用误差。

最大引用误差越小,测量仪表的准确度就越高。电工指示测量仪表的准确度等级分七级,它们所表示的基本误差见表 1-1。

表 1-1 指示仪表的基本误差

准确度等级	0.1	0.2	0.5	1.0	1.5	2.5	5
基本误差/%	± 0.1	± 0.2	± 0.5	± 1.0	± 1.5	± 2.5	± 5.0

二、测量误差的分类

测量误差一般分为三大类:系统误差、偶然误差和过失误差。

1. 系统误差

在规定的测量条件下,对同一个量进行多次测量,如果误差保持恒定或按某种确定的规律变化,则称这种误差为系统误差。产生系统误差的原因有:

(1) 工具误差(基本误差) 由于测量工具本身误差所致,这是造成系统误差的主要原因。

(2) 外界因素影响误差 由于没有按照技术要求使用测量工具,或由于周围环境不符合要求而引起的误差。

(3) 方法误差 由于测量方法不完善或测量所用理论根据不充分而引起的误差,例如,没有考虑测量仪表内阻对测量结果的影响等。

(4) 人为误差 由于测试人员的感官、技术水平、习惯等个人因素不同而引起的误差。

完全消除系统误差是有困难的,但可以根据产生系统误差的原因采取一些相应的措施,使这一误差减小。

2. 偶然误差

偶然误差是由于某些偶然的因素造成的,如电磁场的微变、热起伏、空气扰动、大地微震、测试人员心理或生理的某些变化等。

3. 过失误差

过失误差主要是由于测量者的疏忽造成的,例如读数错误、记录错误、测量时未察觉的异常情况。过失误差是可以避免的,一旦发现有过了过失误差应该舍弃有关数据重新测量。

三、测量数据的处理

1. 有效数字的概念

在测量过程中,由于测量仪表的分辨能力有一定限制,测量数据不可能完全准确,而是一个近似值(如指示式万用表两小格之间的数值只能估读)。这些近似值通常都是用有效数字的形式来表示的。所谓有效数字,是指从左边第一个非零的数字开始,到右边最后一个数字为止所包含的数字。例如,测得频率为 0.034 5 MHz,它是由 3、4、5 三个有效数字表达的频率值(左边小数

点前后的两个“0”不是有效数字,因为它可以通过单位变换写成 34.5 kHz)。其中 3、4 为准确字;末位数字“5”通常是在测量时估算出来的,称为欠准确字。准确字和欠准确字都是测量结果不可少的有效数字。

(1) 有效数字中只能保留一位欠准确字。因此在记录测量数据时,只有最后一位数字是欠准确字。这样记录的数据表明:被测量可能在最后一位数字上变化 ± 1 。

(2) 欠准确字中,要特别注意“0”的情况。测量末尾的“0”不能任意舍去。例如,测量电阻时阻值为 42.500 k Ω ,表明前面 4、2、5、0 四位数字是准确字,最后一位数字 0 是欠准确字,其误差为 ± 0.001 k Ω 。如改写成 42.5 k Ω ,则末尾 5 为欠准确字,则误差范围为 ± 0.1 k Ω 。这两种写法虽然都表示同一数值,但实际反映了不同的测量准确度。

(3) 如用 10 的幂表示一个数据,10 的幂前面都是有效数字。例如, $25.50 \times 10^3 \Omega$,表明它的有效数字为 4 位,不可写成 $25.5 \times 10^3 \Omega$ 。

2. 有效数字的处理

测试结果的数据,一般可按四舍五入的规则处理。在准确度要求较高的场合,由于四舍五入容易产生累积误差,可按“四舍六入、五看左右”的规则进行处理。“五看左右”的处理方法是:如果取 n 位有效数字,第 $n+1$ 位应该舍去。如 $n+1$ 位数小于 5,舍去;大于 5,向前进一位。如 $n+1$ 位数等于 5,有两种情况:当 5 之后有数字,舍 5 进 1;5 之后无数字,看 5 左边的数字是奇数还是偶数,是奇数舍 5 进 1,是偶数舍 5 不进位。例如,把下面一组数据有效数字保留到小数点后两位: $88.7366 \approx 88.74$ (大于 5 进 1); $27.2349 \approx 27.23$ (小于 5 舍去); $23.34501 \approx 23.35$ (5 后有数字舍 5 进 1); $42.7450 \approx 42.74$ (5 左为偶数舍去); $53.8350 \approx 53.84$ (5 左为奇数舍 5 进 1)。

3. 有效数字的运算

(1) 加减运算 加减运算的各项数据必须是同一单位的物理量,而且准确度最差的项就是小数点后面有效数字最少的那一项。在进行运算之前,应将各项数据小数点后保留的位数处理成与准确度最差的数据位数相同,再进行加减。如各项都无小数点,则数字最少的项准确度最差。例如,求 $8.347 + 0.33 + 1.9851 = ?$

这三个数据中,0.33 的有效数字最少、准确度最差,所以其他两项都应处理成小数点后两位数字:

$$8.347 + 0.33 + 1.9851 \approx 8.35 + 0.33 + 1.99 = 10.67$$

(2) 乘除运算 运算前仍以有效数字位数最少的项为准,与小数点无关,所得积或商的有效数字位数仍与有效数字位数最少的项相同。例如,求 $65.33 \times 0.22 = ?$

由于 0.22 有效数字只有两位,所以有:

$$65.33 \times 0.22 \approx 65 \times 0.22 = 14.3 \approx 14$$

思考题

1. 绝对误差和相对误差的含义是什么? 是否绝对误差越大,准确度就越低? 相对误差越小,准确度就越高?

2. 实验中,当测量工具选定后,怎样减小方法误差和过失误差?

3. 指出下列数字各为几位有效数字?

0.071 0、12.130、3.3、0.101、0.021

4. 求下列三个数字的和、积各为多少?

0.26、3.75、8.25

第二节 常用测量仪表的分类、选择与应用

用来测量电流、电压、功率、相位、频率、电磁等电量及电阻、电容、电感等电参数的仪表,统称为电工测量仪表(以下简称为测量仪表)。测量仪表在电工、电子产品的生产、调试、鉴定和各种电器设备的安装、使用、检测、维修等方面具有广泛地应用。测量仪表和电工测量技术的发展,保证了生产过程的顺利进行,也为科学研究提供了有利条件。

一、常用测量仪表的分类

按照测量仪表的结构和用途可分为以下三类:

1. 指示仪表

它是以前针偏转角度的大小表示被测量的大小,也称为直读式仪表。常用的电流表、电压表、功率表等就属于此类仪表。

(1) 按仪表的工作原理,指示仪表可分为磁电系、电磁系、电动系、整流系、感应系、热电系及电子系等仪表。

(2) 按被测量的性质,指示仪表可分为电流表、电压表、功率表、欧姆表、相位表、频率表、磁通计等仪表。

(3) 按仪表的准确度,指示仪表还可分为0.1、0.2、0.5、1.0、1.5、2.5、5.0七个等级。等级数越大,仪表的准确度越低。

2. 比较仪表

它是利用被测量与标准量进行比较的方式进行测量的,如电桥、电位差计等就属于此类仪表。

3. 其他测量仪表

是指各种数字式仪表、各类记录式仪表和一些用于测量仪表的配套装置。

二、测量仪表的选择

在电工试验及工程测量中,合理地选择测量仪表是很重要的。要根据测量对象的具体情况来确定测量仪表的类型、准确度等级、量程和内阻等。

1. 测量仪表类型的选择

根据被测量的种类(电流、电压、电阻和功率等)和仪表工作电流的种类及频率等确定测量仪表的类型。例如:要测量直流电流就要选用直流电流表;要测量交流电流就要选用交流电流表;要测量电阻就要选用欧姆表或万用表的电阻挡;要测量功率就要选用功率表;要测量电能就要选用电度表等。一般直流表(电压、电流表)都是磁电系仪表,而交流表类型较多,有电磁系、电动系、整流系仪表等。如要测量工频交流电压或电流(50 Hz 交流电)就应选择电磁系交流电压表

或电流表,如要测量音频电压或电流就要选用整流系电流表或电压表。

2. 测量仪表准确度的选择

测量仪表准确度越高,其测量误差就越小。在选用时要根据实际情况,既不要选择准确度不够的仪表,以避免测量结果达不到要求;也不要盲目提高测量仪表的准确度等级。盲目提高测量仪表的准确度等级,不仅测量仪表的价格提高,而且调试、操作、维护及保养等要求都更加严格,增加了不必要的负担,也不一定能收到准确测量的效果。一般0.1、0.2级的测量仪表多用于仪表的校正或精密测量;0.5~1.5级的测量仪表多用于实验室;1.5级以下的测量仪表多用于一般工程测量。

3. 量程与内阻的选择

量程主要应根据被测量的大小来确定。一般被测量的值比仪表的满量程值越小,测量误差就越大。因此,在选择测量仪表量程时,应使被测量的值尽量接近满量程值。通常被测量的值为满量程值的70%以上。

测量仪表的内阻有时会对测量结果产生很大影响,通常要求电流表的内阻越小越好,电压表的内阻越大越好。有些测量仪表的内阻在表盘上有标记,但多数没有标记。在测量内阻较大的电源端电压或一般高阻值电路的电压降时,就要考虑电压表内阻的分流影响;在测量低阻值电路的电流时,就要考虑电流表内阻的分压影响。

三、测量仪表的正确使用

选定测量仪表后,只有正确地使用,才能测量出准确的结果。如果测量仪表使用不当,不但测量不出正确的结果,有时还会造成测量仪表的损坏。

(1) 首先要看好测量仪表表盘上的符号标记,了解测量仪表的性能特点,最好要仔细地阅读测量仪表的使用说明书。表1-2给出了常用指示仪表的表盘符号标记。例如,有一指示仪表的下角标记如图1-1所示,其意义为:直流磁电系仪表;试验电压2kV;准确度1.5级;防御能力Ⅲ级;使用条件B级、垂直使用。

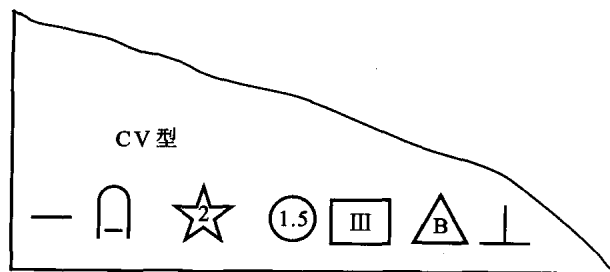


图1-1 表盘功能标记

(2) 要保证测量仪表所要求的正常工作条件。即测量仪表使用前要将指针调到零位;按规定的摆放位置放置测量仪表;对于交流测量仪表,被测电流波形应是正弦波,频率应在规定的范围内。

表 1-2 电工符号及表盘符号标记

符号	名称	符号	名称
测量单位的符号		测量单位的符号	
A	安培	Hz	赫兹
mA	毫安	MΩ	兆欧
μA	微安	kΩ	千欧
kV	千伏	Ω	欧姆
V	伏特	cos φ	功率因数
mV	毫伏	测量仪表工作原理的符号	
kW	千瓦		磁电系仪表
W	瓦特		电磁系仪表
kHz	千赫		电动系仪表
绝缘强度的符号		准确度等级符号	
	不进行绝缘强度试验		以指示值的百分数表示的准确度等级,例如 1.5 级
	绝缘强度试验电压为 500 V	工作位置的符号	
	绝缘强度试验电压为 2 kV		标度尺位置为垂直的
端钮、转换开关、调零器和止动器的符号			标度尺位置为水平的
+	正端钮	工作位置的符号	
-	负端钮		标度尺位置与水平面倾斜成一角度,例如 60°
*	公共端钮(多量限仪表和复用电表)	电表按外界条件分组的符号	
	交流端钮		I 级防外磁场(例如磁电系)
	接地用端钮(螺钉或螺杆)		I 级防外电场(例如静电系)
	调零器		II 级防外磁场及电场
止	止动器		III 级防外磁场及电场
↑	止动方向		IV 级防外磁场及电场
电流种类及不同额定值标注的符号		不标注	A 组仪表(工作环境温度为 0~+40 ℃)
	直流		B 组仪表(工作环境温度为 -20~+50 ℃)
	交流(单相)		C 组仪表(工作环境温度为 -40~+60 ℃)
	直流和交流		
	三相交流		
准确度等级的符号			
1.5	以标度尺量限百分数表示的准确度等级,例如 1.5 级		
1.5	以标度尺长度百分数表示的准确度等级,例如 1.5 级		

(3) 测量仪表要正确地接入电路。各种测量仪表都有各自的接线方式和要求,这一点要严格遵守,否则将引起测量误差或造成严重后果。例如,电流表应与电路串联,如果电流表误与电路并联,由于电流表内阻很小,相当于短路,将造成表头的损坏。

(4) 正确读数。正确的读数方式应是在表针稳定后,两眼正对着表盘读取。有反光镜的表盘,指针和它的影像重合时为读数位置。

(5) 多用测量仪表要注意换挡问题。在使用多用测量仪表测量时,如改变不同的测量量,必须立即将测量仪表换到相应的挡位。没有按时换挡或将挡位换错,是这一类测量仪表损坏的主要原因。

思考题

1. 图 1-2 表盘上的各种符号标记都代表什么含义?

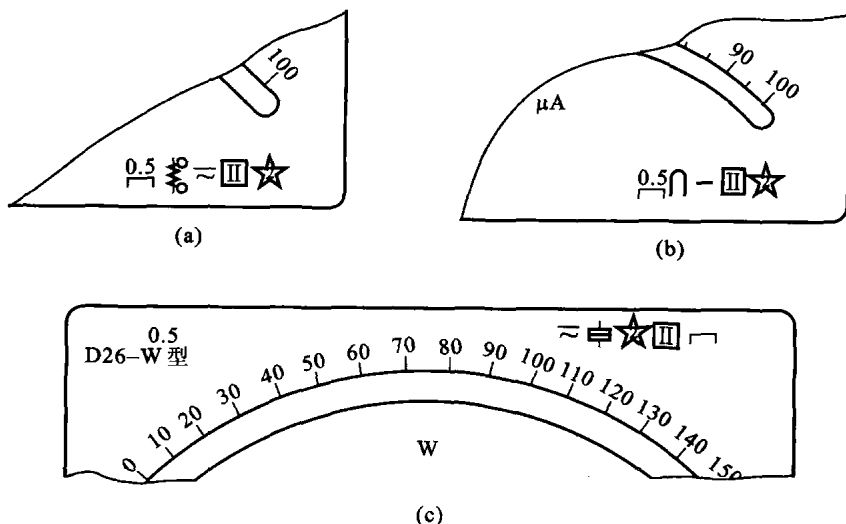


图 1-2 符号标记

2. 怎样根据被测量,正确地选用测量仪表?
3. 为什么要合理地选用测量仪表的精度等级?
4. 测量仪表非正确使用会带来什么不良后果?

第三节 磁电系直流电压表与直流电流表

一、磁电系仪表的结构及工作原理

磁电系仪表主要用于直流电压与电流的测量。如与整流电路配合,可用来测量交流电压或电流。

1. 磁电系仪表的结构

磁电系仪表的结构如图 1-3 所示,其主要由永久磁铁和可动线圈组成。在永久磁铁的两端

装有软铁制成的极掌 N 和 S;在 N、S 两极之间的圆筒形内孔中固定有圆柱形铁心。极掌与铁心之间的空气隙是均匀的,空气隙中磁场呈放射性均匀分布。可动部分为绕在铝框上的可动线圈、前后两个半轴、游丝及指针。两个半轴的轴尖位于固定在表体上的轴承内,线圈处在极掌与圆柱形铁心之间的空气隙中。其中一个半轴装有指针,指针随线圈一起转动。

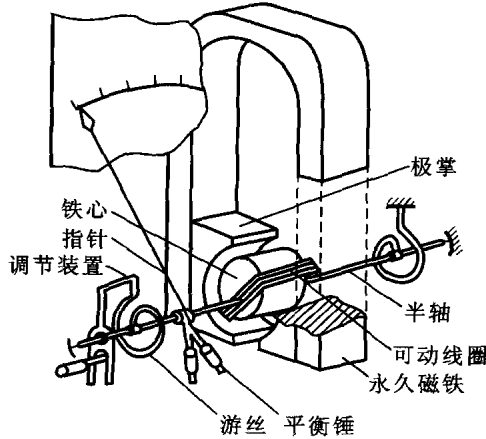


图 1-3 磁电系仪表结构

2. 磁电系仪表的工作原理

当线圈中通有测量电流(电流由游丝导入)时线圈受到电磁力的作用发生转动。由于线圈的转动,使固定在半轴上的游丝扭紧,扭紧的游丝给线圈以反作用力。当线圈受到的电磁力与游丝的反作用力平衡时,线圈停止转动,表针指在某一位置上。表针转角的大小与线圈中通入的电流成正比。

磁电系仪表具有准确度高、灵敏度高、表盘刻度分布均匀等特点,但过载能力差,且只能测量直流电。

二、磁电系直流电压表

磁电系仪表的线圈有一定的电阻,可以用来测量很低的直流电压。为了扩大测量范围,常采用串联分压电阻的方法来扩大测量仪表的量程。图 1-4 所示为磁电系直流电压表电路图,图 1-4a 为单量程直流电压表;图 1-4b 为多量程直流电压表。

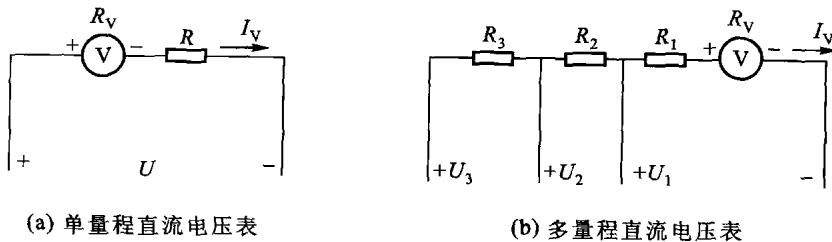


图 1-4 磁电系直流电压表原理图