



电工电子技术600个怎么办系列丛书

孙余凯 吴鸣山 项绮明 等编著



DIANQIYUDIANZICELIANG

电气与电子测量

600

个怎么办



电子工业出版社

PUBLISHING HOUSE OF ELECTRONICS INDUSTRY

<http://www.phei.com.cn>



电工电子技术600个怎么办系列丛书

孙余凯 吴鸣山 项绮明 等编著



DIANQIYUDIAN YUDLIANG

# 电气与电子测量

# 600

# 个怎么办

电子工业出版社

Publishing House of Electronics Industry

北京·BEIJING



## 内 容 简 介

本书以问答的方式全面系统地对电气与电子测量人员在日常工作中遇到的电气与电子测量的仪表仪器选用和测量方法等方面的实际问题及其处理方法作了较全面的讲解,内容涵盖了电气与电子测量常用仪表必备知识,指针式万用表,数字式万用表,示波器,扫频仪,电压表与电流表,交流毫伏表和功率表与电能表,兆欧表,频谱分析仪和晶体管特性图示仪与失真度测量仪等方面的知识原理及测量方法。这些内容均是电气与电子测量工作人员在实际工作中经常碰到的问题,因此本书具有“一学就会、即学速用”的功能特点。

本书资料翔实,分类明确,结构合理,通俗易懂。是电气与电子测量人员随身携带的必备数据资料速查手册。

本书可作为职业技术学院的电气与电子测量技术学科的教学参考书,还可供电气与电子测量初学者、乡镇企业从事电气与电子测量人员或电气与电子测量产品开发及生产技术人员及爱好者阅读。

未经许可,不得以任何方式复制或抄袭本书之部分或全部内容。

版权所有,侵权必究。

图书在版编目(CIP)数据

电气与电子测量 600 个怎么办 / 孙余凯等编著. —北京: 电子工业出版社, 2012.1

(电工电子技术 600 个怎么办系列丛书)

ISBN 978-7-121-15198-9

I. ①电… II. ①孙… III. ①电气测量—问题解答②电子测量技术—问题解答 IV. ①TM93-44

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2011)第 238582 号

策划编辑: 谭佩香

责任编辑: 鄂卫华

印 刷: 中国电影出版社印刷厂

装 订: 中国电影出版社印刷厂

出版发行: 电子工业出版社

北京市海淀区万寿路 173 信箱 邮编 100036

开 本: 787×1092 1/16 印张: 16 字数: 389 千字

印 次: 2012 年 1 月第 1 次印刷

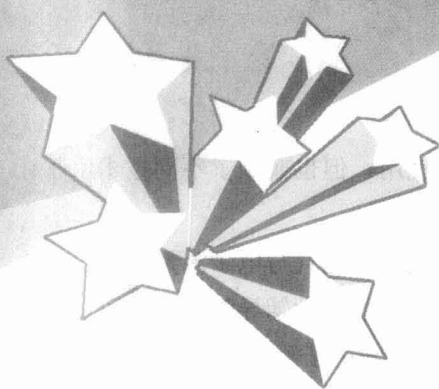
定 价: 39.80 元

凡所购买电子工业出版社图书有缺损问题,请向购买书店调换。若书店售缺,请与本社发行部联系,联系及邮购电话:(010) 88254888。

质量投诉请发邮件至 [zltz@phei.com.cn](mailto:zltz@phei.com.cn), 盗版侵权举报请发邮件至 [dbqq@phei.com.cn](mailto:dbqq@phei.com.cn)。

服务热线:(010) 88258888。

# 前言



《电气与电子测量 600 个怎么办》是“电工电子技术 600 个怎么办系列丛书”中的一本，以问答的形式全面系统地针对电气与电子测量技术人员在日常工作中遇到的有关电气与电子测量仪表仪器原理、选用和测量方法等方面的实际问题及处理方法作了较全面的阐述，为测量技术人员策划与制作的一本集学习、设计、检修于一体的实用手册。

## 1. 内容安排

本书共分为 9 章，第 1 章用了 62 个实例回答了电气与电子测量常用仪表必备的有关知识；第 2 章用了 160 个实例回答了指针式万用表及其测量方法的有关知识；第 3 章用了 68 个实例回答了数字式万用表及其测量方法的有关知识；第 4 章用了 57 个实例回答了示波器及其测量方法的有关知识；第 5 章用了 25 个实例回答了扫频仪及其测量方法有关的知识；第 6 章用了 35 个实例回答了电压表与电流表及其测量方法的有关知识；第 7 章用了 52 个实例回答了交流毫伏表和功率表与电能表及其测量方法的有关知识；第 8 章用了 32 个实例回答了兆欧表及其测量方法的有关知识；第 9 章用了 23 个实例回答了频谱分析仪和晶体管特性图示仪与失真度测量仪及其测量方法的有关知识。

## 2. 本书特点

本书在编写过程中，从电气与电子测量技术人员日常工作的实际需要出发，在内容上尽量以文字说明的方式介绍电气与电子测量知识、检测技能及测量工具原理功能与选择使用问题的快捷处理方法，重点针对一般电气与电子测量技术人员遇到的电气与电子测量现场操作方面应用问题为主线，介绍电气与电子测量现场的操作技能及选用方法，使读者学习后，可以迅速应用到实际工作中去，具有“学以致用、立竿见影”的效果。

本书的另一个特点是内容安排上力求分类明确，查找方便，层次分明，重点突出。内容很少涉及具体电气与电子测量设备或仪表仪器的型号，但着重介绍贯彻国家新标准的测量工具及其测量方法，所介绍的具体问题的处理方法思路是通用的，便于读者理解和查找

相关问题的答案。

本书可供具有中等文化程度的电气与电子测量人员使用，但也兼顾了不同技术水平读者的需要，故实用面较广。

本书文字简练，图文并茂，结构紧凑，通俗易懂，既可供电气与电子测量技术企业在岗人员阅读，也可作为技术院校的电气与电子测量技术专业的教学辅导教材，还可供电气与电子测量技术人员或产品开发及生产技术人员和广大电气与电子测量爱好者阅读。

本书主要由孙余凯、吴鸣山、项绮明统稿编著，参加本书编写的人员还有丁秀梅、陈芳、吕晨、周志平、罗国风、孙静、王五春、夏立柱、孙莹、项宏宇、金宜全、余成等同志。

本书在编写过程中，除参考了大量的国外、境外的现行期刊外，还参考了国内有关电气与电子测量方面的期刊、书籍、报纸及资料，在这里谨向有关单位和作者一并致谢。同时对给予我们支持和帮助的有关专家和部门深表谢意！

由于电气与电子测量技术应用极其广泛，应用技术发展极为迅速，限于作者水平有限，书中存在的不足之处在所难免，诚请专家和读者批评指正。

图书联系方式：tan\_peixiang@phei.com.cn

编著者

2011.10

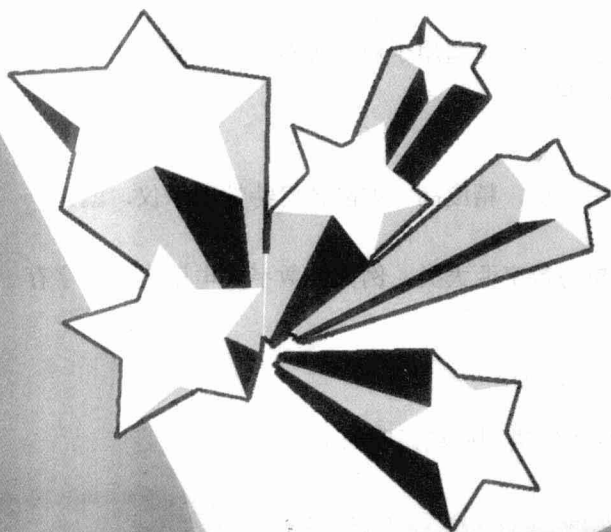
|                                    |     |
|------------------------------------|-----|
| 第 1 章 电气与电子测量常用仪表必备知识 .....        | 1   |
| 1.1 电气与电子测量常用仪表的分类 .....           | 2   |
| 1.2 常用测量仪表的结构与工作原理 .....           | 3   |
| 1.3 电气与电子测量常用仪表的图形符号识别 .....       | 7   |
| 1.4 电气与电子测量仪表精度和准确度 .....          | 10  |
| 1.5 电工与电子测量仪表的选择 .....             | 11  |
| 1.6 电气与电子测量仪表附加装置的选用 .....         | 14  |
| 1.7 电气与电子测量仪器的基本测量方法分类 .....       | 23  |
| 第 2 章 指针式万用表及其测量方法 .....           | 27  |
| 2.1 指针式万用表的基本知识 .....              | 28  |
| 2.2 指针式万用表的选择与使用 .....             | 35  |
| 2.3 指针式万用表常见故障的检修方法 .....          | 39  |
| 2.4 指针式万用表测量电压与电流及功率与电平的方法 .....   | 43  |
| 2.5 指针式万用表测量电阻值的方法 .....           | 46  |
| 2.6 指针式万用表测量电容量的方法 .....           | 49  |
| 2.7 指针式万用表测量电感量的方法 .....           | 51  |
| 2.8 指针式万用表测量二极管的方法 .....           | 53  |
| 2.9 指针式万用表测量三极管的方法 .....           | 62  |
| 2.10 指针式万用表测量带阻晶体管的方法 .....        | 67  |
| 2.11 指针式万用表检测光敏器件的方法 .....         | 69  |
| 2.12 指针式万用表测量场效应晶体管与单结晶体管的方法 ..... | 72  |
| 2.13 指针式万用表测量晶闸管的方法 .....          | 81  |
| 2.14 指针式万用表测量集成电路的方法 .....         | 86  |
| 2.15 指针式万用表测量显示器件的方法 .....         | 93  |
| 2.16 指针式万用表测量电声器件的方法 .....         | 96  |
| 第 3 章 数字式万用表及其测量方法 .....           | 99  |
| 3.1 数字式万用表基本知识 .....               | 100 |
| 3.2 数字式万用表的电路故障分析 .....            | 104 |
| 3.3 数字式万用表的选择与使用 .....             | 114 |
| 3.4 数字式万用表常见故障检修方法 .....           | 116 |
| 3.5 数字式万用表测量电阻值与电容量的方法 .....       | 120 |

|             |                                        |            |
|-------------|----------------------------------------|------------|
| 3.6         | 数字式万用表测量二极管的方法.....                    | 125        |
| 3.7         | 数字式万用表测量晶体管与场效应晶体管的方法.....             | 126        |
| 3.8         | 数字式万用表测量光电耦合器与晶闸管的方法.....              | 129        |
| 3.9         | 数字式万用表测量稳压集成电路和振荡晶体与滤波器的方法.....        | 131        |
| 3.10        | 数字式万用表测量电池和电流与电压的方法.....               | 133        |
| <b>第4章</b>  | <b>示波器及其测量方法.....</b>                  | <b>135</b> |
| 4.1         | 示波器的基本知识.....                          | 136        |
| 4.2         | 示波器的基本测量与数据读取.....                     | 148        |
| 4.3         | 示波器使用中遇到的问题处理.....                     | 151        |
| 4.4         | 示波器的实际测量方法.....                        | 154        |
| <b>第5章</b>  | <b>扫频仪及其测量方法.....</b>                  | <b>173</b> |
| 5.1         | 扫频仪的选择与使用.....                         | 174        |
| 5.2         | 扫频仪的测量方法.....                          | 180        |
| <b>第6章</b>  | <b>电压表与电流表及其测量方法.....</b>              | <b>189</b> |
| 6.1         | 电压表的测量方法.....                          | 190        |
| 6.2         | 电流表的测量方法.....                          | 193        |
| 6.3         | 电压表与电流表的组合测量.....                      | 199        |
| 6.4         | 钳形电流表的测量方法.....                        | 201        |
| <b>第7章</b>  | <b>交流毫伏表和功率表与电能表及其测量方法.....</b>        | <b>207</b> |
| 7.1         | 交流毫伏表及其测量方法.....                       | 208        |
| 7.2         | 功率表及其测量方法.....                         | 211        |
| 7.3         | 电能表及其测量方法.....                         | 215        |
| <b>第8章</b>  | <b>兆欧表及其测量方法.....</b>                  | <b>227</b> |
| 8.1         | 兆欧表的结构特点与工作原理.....                     | 228        |
| 8.2         | 兆欧表的正确选择与使用.....                       | 229        |
| 8.3         | 兆欧表的故障检修.....                          | 231        |
| 8.4         | 兆欧表测量绝缘的方法.....                        | 236        |
| <b>第9章</b>  | <b>频谱分析仪和晶体管特性图示仪与失真度测量仪及其测量方法....</b> | <b>239</b> |
| 9.1         | 频谱分析仪及其测量方法.....                       | 240        |
| 9.2         | 晶体管特性图示仪及其测量方法.....                    | 243        |
| 9.3         | 失真度测量仪及其测量方法.....                      | 248        |
| <b>参考文献</b> | <b>.....</b>                           | <b>250</b> |



# 第1章

## 电气与电子测量常用仪表 必备知识



## 1.1 电气与电子测量常用仪表的分类

测量电流、电压、功率等电量和电阻器、电容器、电感器等电路参数的仪表，统称电工、电子测量仪表。

### 1. 怎样按结构和读数方法将电工测量仪表分类？

电工常用测量仪表通常可分为 4 种类型。

#### 1. 直读指示仪表

测量时，通过指针偏转，将要测量的电量直接读出，如电压表、电流表、功率表、万用表等。

#### 2. 比较仪表

测量时，需要与相应的标准量进行比较读出两者的比值，如惠斯登电桥用来测量电阻值，万用表电桥用来测量电容量、电感量。往往用做精确测量一些电学量及检验其他仪器或仪表。

#### 3. 图示仪表

图示仪表专门用来显示两个相关量的变化关系，如示波器。这种仪表直观效果好，但只能作为粗测。

#### 4. 数字仪表

数字仪表将被测的模拟量转换成为数字量，直接读出，例如常用的数字式电压表、数字式万用表等。

### 2. 怎样按功能将电工与电子测量仪器分类？

电子测量仪器的品种繁多，其分类方法也较多。根据功能来分，可分为专用和通用两大类。

#### 1. 通用电子测量仪器

通用电子测量仪器是指应用面广、功能全面，可适用于对多种对象进行测量的仪器。但这类仪器测量的精度不高，例如通用示波器等。

#### 2. 专用电子测量仪器

专用电子测量仪器使用的面窄，但使用方便，精度高。如晶体管特性图示仪，就是一种专用的示波器。

电子测量仪器按其工作原理可分为模拟与数字两大类。例如：数字式电压表、数字存储示波器、逻辑分析仪等。

### 3. 怎样按用途将电工与电子测量仪器分类？

在日常工作中，较常用到的电子测量仪器的类型归纳说明如下。

### 1. 电平测量仪器

在电子测量中,较常用到的电平测量仪器有数字式万用表、数字式电压表、晶体管毫伏表、电子管电压表等。

### 2. 波形显示与测量仪器

在电子测量中,较常用到的波形显示测量仪器主要有通用示波器、双踪示波器、多踪多扫描示波器、取样示波器、高压示波器、数字存储示波器及记忆示波器等。

### 3. 频率与时间及相位测量仪器

在电子测量中,较常用到的频率、时间、相位测量仪器主要有频率计、波长计、数字式相位计等。

### 4. 电路参数测量仪器

在电子测量中,较常用到的电路参数测量仪器主要有图示仪、集成电路测试仪、晶体管参数测试仪及R、L、C测试仪等。

### 5. 其他测量仪器

其他测量仪器有信号分析仪器,这类仪器包括频谱分析仪、谐波分析仪、失真度仪等;数字电路特性测试仪器,如逻辑分析仪;模拟电路特性测试仪器,如扫频仪、噪声系数测试仪等。

## 4. 怎样按显示模式将电工与电子测量仪表分类?

根据电工与电子测量仪器的工作原理来分类,可分为模拟式电工与电子测量仪器和数字式电工与电子测量仪器两大类。

#### 1. 数字式电工与电子测量仪器

数字式电工与电子测量仪器如:数字式电压表、数字存储示波器、逻辑分析仪等。

#### 2. 模拟式电工与电子测量仪器

模拟式电工与电子测量仪器,如指针式万用表、通用示波器、晶体管毫伏表等。

## 1.2 常用测量仪表的结构与工作原理

磁电式仪表又称动圈式仪表,标准磁电式直流电表与各种变换器配合,可制成电流表、电压表、欧姆表、功率表、兆欧表等。

## 5. 怎样掌握磁电式仪表的结构与特性?

磁电式仪表的结构如图1-1所示,主要由固定部分与转动部分构成。

#### 1. 固定部分

磁电式仪表的固定部分为一块磁性很强的永久磁铁,通常由铬钢或镍铝钢制成,形成一个强磁场。

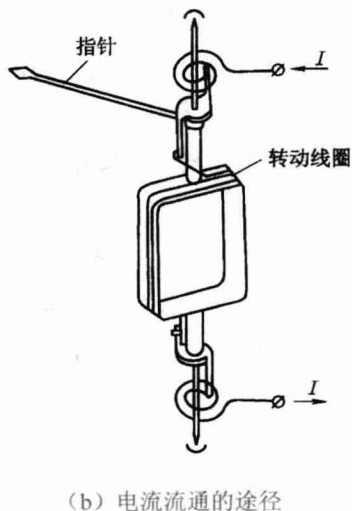
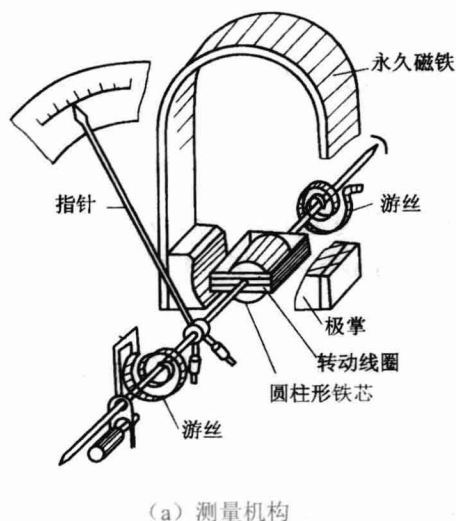


图 1-1 磁电式仪表结构示意图

## 2. 转动部分

磁电式仪表的转动部分由转动线圈、转轴、游丝、指针等组成。转动线圈中间固定着圆柱形铁芯，被测电流通过游丝进入转动线圈。

## 3. 工作基理

当可动线圈中有被测电流通过时，线圈与永久磁铁的磁场相互作用产生力矩，通过转轴带动指针偏转，与弹簧的反作用力矩平衡时，指针所指的位置即为指示值。

## 4. 适用测量直流电

由于磁电式仪表的永久磁铁的极性是固定的，当所测电流的方向改变时，指针偏转方向也会随之改变。如果通过转动线圈的为交流电，则所产生力矩的大小和方向也是交变的。由于转动部分的惯性，指针不能随之转动。因此，磁电式仪表只适用于测量直流电。测量时，为防止指针倒转，在仪表的接线端都标注有“+”、“-”标记，以防连接时接错。

## 5. 过载能力差

由于被测的电流通过游丝进入转动线圈后，游丝与转动线圈的截面积很小，故磁电式仪表不能测量较大的电流，过载能力较差。

## 6. 标度尺刻度分布均匀

磁电式仪表转动线圈的偏转角与被测电流大小成正比，故磁电式仪表标度尺的刻度呈均匀分布状态。

## 7. 其他方面

磁电式仪表具有功率消耗低、测量灵敏度高和受外磁场影响小的特点，但其结构复杂，价格较高。

## 6. 怎样掌握电磁式仪表的结构与特性?

电磁式仪表结构简单、负载能力强、价格低，多安装在固定位置作监测用，如开关板式仪表多为电磁式仪表。

电磁式仪表的内部结构如图 1-2 所示，在固定线圈内有一个固定铁片和一个固定在转轴上的可动铁片。

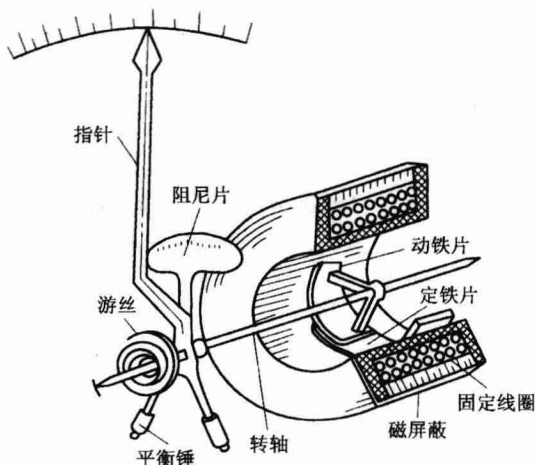


图 1-2 电磁式仪表的内部结构示意图

### 1. 电磁式仪表工作原理

当电磁式仪表固定线圈中有被测电流通过时，定铁片和动铁片同时被磁化，并呈现同一极性，因同性相斥，动铁片通过轴带动指针偏转，与弹簧反作用力矩平衡时，指针所指的位置即为指示值。

### 2. 适用测量交流电与直流电

由于通过固定线圈的电流方向改变时，线圈所产生的磁场极性和被磁化的铁片极性同时改变。无论是线圈与动铁片，还是定铁片与动铁片，它们之间的作用力方向不变，仍为吸引或排斥，即指针偏转的方向不变。因此，电磁式仪表可用来测量直流电，也可用来测量交流电。

### 3. 过载能力强

由于电磁式仪表采用固定线圈结构，线圈导线的截面大，允许流过的电流较大，故其负载能力强。

### 4. 标度尺刻度分布不均匀

由于电磁式仪表转动力矩的大小与通过固定线圈电流的平方成正比，指针的偏转角由转动力矩决定，因此表盘尺刻度是不均匀的，量程高端标度尺刻度间距大。

## 5. 其他方面

电磁式仪表结构简单、价格低，但其磁场较弱，易受外磁场的干扰，灵敏度低、消耗功率大。

## 6. 适用范围

电磁式仪表一般为电流表、电压表、频率表、功率因数表、钳形表、同步表，可用于直流和交流电路的测量，当用于工频测量时，其频率可扩展到 5 kHz，且可测非正弦频率时的参数。

## 7. 怎样掌握电动式仪表的结构与特性？

电动式仪表不仅可测量交、直流电路的电压、电流及非正弦交变量的有效值，而且还可测量功率和相位。由于其具有较高的测量准确度，故尤其适用于对交流电的精密测量。

图 1-3 所示为电动式仪表的内部结构，主要有两个相互串联或并联的固定线圈和一个固定在转轴上的转动线圈为核心构成。

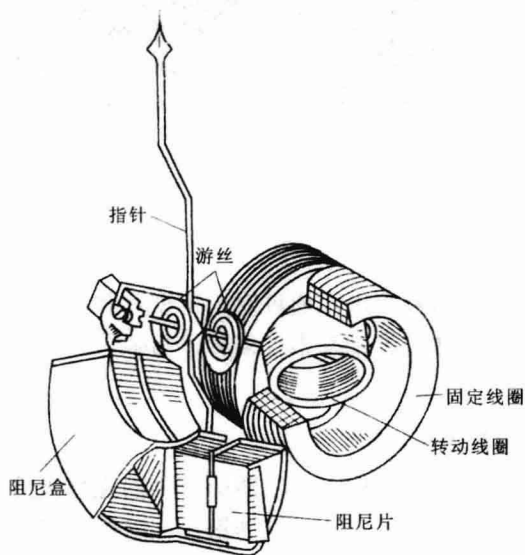


图 1-3 电动式仪表的内部结构示意图

### 1. 工作原理

在电动式仪表中，当固定线圈和可动线圈通有电流时，因载流导体间的相互作用使可动线圈偏转，与弹簧反作用力矩平衡时，指针所指的位置即为指示值。

### 2. 适用于测量交流与直流

由于电动式仪表通过固定线圈和转动线圈的电流会同时改变方向，故会使转动线圈所受电磁力的方向不变。因此，电动式仪表既可测量直流电，又可测量交流电。

3. 过载能力差

电动式仪表的转动线圈与游丝截面较小，故电动式仪表的负载能力较差。

4. 标度尺刻度分布不均匀

电动式仪表转动力矩与通过固定线圈的电流和转动线圈的电流乘积有关，故其刻度不均匀，读数受外界磁场影响大。

5. 其他方面

电动式仪表测量的精度较高，最高达到 0.1 级准确度等级。适用工频测量，有的可达 10 kHz，故可制成电流表、电压表、功率表、功率因数表、同步表等。

1.3 电气与电子测量常用仪表的图形符号识别

电工、电子常用的测量仪器仪表的文字与图形符号都有特定的规定和要求，在使用这些测量仪表时，必须熟悉仪表的文字与图形符号的含义。

8. 怎样识别电工与电子测量仪表常用的文字符号？

为了与国际接轨，近年来生产的电气仪表几乎都采用外文字母标示量程、功能和性能等。这类外文字母在数字式仪表上应用最多，绝大部分是英文语句或单词，甚至是缩写。

电气测量仪表常用文字符号见表 1-1 所列。供使用时参考。

表 1-1 电气测量仪表常用文字符号含义

| 文字符号          | 名 称       | 文字符号                    | 名 称          |
|---------------|-----------|-------------------------|--------------|
| A             | 安培表       | Hz                      | 频率表          |
| mA            | 毫安表       | $\lambda$               | 波长表          |
| $\mu\text{A}$ | 微安表       | $\cos \varphi$          | 功率因数表        |
| kA            | 千安表       | $\varphi$               | 相位表          |
| Ah            | 安培小时表     | $\Omega$                | 欧姆表          |
| V             | 伏特表       | M $\Omega$              | 兆欧表          |
| mV            | 毫伏表       | n                       | 转速表          |
| kV            | 千伏表       | h                       | 小时表          |
| W             | 瓦特表（功率表）  | $\theta$ ( $^{\circ}$ ) | 温度表（计）       |
| kW            | 千瓦表       | $\pm$                   | 极性表          |
| var           | 乏表（无功功率表） | $\Sigma A$              | 和量仪表（如电量和量表） |
| Wh            | 瓦时表（电度表）  |                         |              |
| varh          | 乏时表       |                         |              |

9. 怎样识别测量仪表测量单位的符号？

电工与电子仪表测量单位符号及其含义如表 1-2 所列，供使用时参考。

表 1-2 测量单位的符号及其含义

| 符 号           | 含 义 | 符 号                | 含 义      |
|---------------|-----|--------------------|----------|
| V             | 伏特  | $\Omega$           | 欧姆       |
| mV            | 毫伏  | $\cos \varphi$     | 功率因数     |
| kW            | 千瓦  | $\sin \varphi$     | 无功功率因数   |
| W             | 瓦特  | mWb                | 毫韦伯      |
| kvar          | 千乏  | $\mu\text{F}$      | 微法       |
| var           | 乏   | pF                 | 微微法 (皮法) |
| kHz           | 千赫  | mH                 | 毫亨       |
| Hz            | 赫兹  | $\mu\text{H}$      | 微亨       |
| M $\Omega$    | 兆欧  | $^{\circ}\text{C}$ | 摄氏度      |
| k $\Omega$    | 千欧  | kA                 | 千安       |
| Mvar          | 兆乏  | A                  | 安培       |
| m $\Omega$    | 毫欧  | mA                 | 毫安       |
| $\mu\Omega$   | 微欧  | $\mu\text{A}$      | 微安       |
| $\mu\text{V}$ | 微伏  | MHz                | 兆赫       |
| MW            | 兆瓦  |                    |          |

## 10. 怎样识别电工与电子测量仪表电路图形符号?

在电工电气电路图中, 测量仪表的种类和电路图形符号如图 1-4 所示。供使用时识别参考。

| 序 号 | 新图形符号                                             |      | 旧图形符号 |      |
|-----|---------------------------------------------------|------|-------|------|
|     | 名 称                                               | 图形符号 | 名 称   | 图形符号 |
| 1   | 指示仪表<br>注: “*” 通常是字母,<br>用于表示仪表的类型<br>例如: Hz——频率表 |      | —     | —    |
| 2   | 电流表                                               |      | 安培表   |      |
| 3   | 电压表                                               |      | 伏特表   |      |
| 4   | 功率表                                               |      | 瓦特表   |      |
| 5   | 电度表                                               |      | 瓦時計   |      |
| 6   | 检流计                                               |      | 检流器   |      |
| 7   | 示波器                                               |      | 示波器   |      |

图 1-4 电工测量仪表电路图形符号

## 11. 怎样识别电工与电子测量仪表面板的图形符号?

电工仪表面板上所标的各种符号或图形是用来表示仪表的基本特性的, 了解这些基本特性对正确选购、使用这些仪表很有好处。电工测量仪表面板图形符号及其含义如图 1-5 所示, 供使用时识别参考。

| 符 号 | 含 义              | 符 号                               | 含 义                   |
|-----|------------------|-----------------------------------|-----------------------|
|     | 接地用端钮<br>(螺钉或螺杆) |                                   | 负端钮                   |
|     | 调零器              |                                   | 公共端钮 (多量限<br>仪表和复用电表) |
| 止   | 止动器              |                                   | 交流端钮                  |
|     | 止动方向             | R <sub>d</sub>                    | 定值导线                  |
|     | 正端钮              | $\frac{I_1}{I_2} = \frac{500}{5}$ |                       |

图 1-5 电工测量仪表面板图形符号及其含义

12. 怎样识别电工与电子测量仪表的准确度等级符号？

准确度等级的图形符号及其含义如图 1-6 所示，供使用时识别参考。

| 符 号 | 含 义                       |
|-----|---------------------------|
| 1.5 | 以标度尺量限百分数表示的准确度等级，例如，1.5级 |
|     | 以标度尺长度百分数表示的准确度等级，例如，1.5级 |
|     | 以指示值的百分数表示的准确度等级，例如，1.5级  |

图 1-6 准确度等级的图形符号及含义

13. 怎样识别测量仪表按外界条件分组的图形符号？

测量仪表按外界条件分组的图形符号及其含义如图 1-7 所示。供使用时识别参考。

| 符 号 | 含 义             | 符 号 | 含 义                          |
|-----|-----------------|-----|------------------------------|
|     | I 级防外磁场 (例如磁电系) |     | IV 级防外磁场及电场                  |
|     | I 级防外磁场 (例如磁电系) | 不标注 | A 组仪表 (工作环境<br>温度为 0~+40℃)   |
|     | II 级防外磁场及电场     |     | B 组仪表 (工作环境<br>温度为 -20~+50℃) |
|     | III 级防外磁场及电场    |     | C 组仪表 (工作环境<br>温度为 -40~+60℃) |

图 1-7 电表按外界条件分组的图形符号及其含义

14. 怎样识别电工与电子测量仪表绝缘强度的图形符号？

绝缘强度的图形符号及其含义如图 1-8 所示。供使用时识别参考。

| 符 号 | 含 义            | 符 号 | 含 义            |
|-----|----------------|-----|----------------|
|     | 不进行绝缘强度试验      |     | 绝缘强度试验电压为 2 kV |
|     | 绝缘强度试验电压为 500V |     |                |

图 1-8 绝缘强度的图形符号及其含义

## 1.4 电气与电子测量仪表精度和准确度

### 15. 怎样掌握电工与电子仪表的准确度等级?

电工与电子仪表在规定条件下工作时,可能出现的最大基本误差与仪表测量上限值比值的百分比,叫做仪表的准确度等级。其计算公式

$$\pm K = (\Delta m / A_m) \times 100\%$$

式中  $\pm K$ ——仪表的准确度等级;

$\Delta m$ ——以绝对误差表示的最大基本误差;

$A_m$ ——仪表的测量上限值。

由此可见,电工与电子仪表的准确度等级,即为该仪表在规定的工作条件下使用时,最大误差的数值。

### 16. 怎样掌握电工与电子仪表精度等级 $\alpha$ 的百分数含义?

电工测量指示仪表在额定条件下使用时,其最大基本误差的百分数,称为仪表精度等级 $\alpha$ 的百分数,即:

$$\pm \alpha \% = (\Delta X_m / X_m) \times 100\%$$

式中  $\Delta X_m$ ——最大绝对误差;

$X_m$ ——仪表的最大量程。

国家标准规定:

#### 1. 电压表和电流表的精度等级

电压表和电流表的精度等级分为 0.05, 0.1, 0.2, 0.3, 0.5, 1.0, 1.5, 2.0, 2.5, 3.0, 5.0 等十一级。

#### 2. 功率表和无功功率表的精度等级

功率表和无功功率表的精度等级分为 0.05, 0.1, 0.2, 0.3, 0.5, 1.0, 1.5, 2.0, 2.5, 3.5 等十级。

#### 3. 频率表的精度等级

频率表的精度等级分为 0.05, 0.1, 0.15, 0.2, 0.3, 0.5, 1.0, 1.5, 2.0, 2.5, 5.0 等十一级。

测量时,仪表全量程范围内的指示误差不得超过最大基本误差。

#### 4. 需要说明的问题

(1) 仪表的精度并非测量精度,仪表运用在满刻度偏转时,相对误差较小。

(2) 要提高测量精度,应从两方面着手:一是选用精度等级高的仪表;二是使仪表尽可能运用在满偏转状态,也就是要合理地选择仪表的量程。

(3) 非线性刻度的仪表其示值相对误差不能用上述方式计算。例如,对于万用表电阻挡,当指示值  $R_x$  = 中心值  $R_0$  时,测量误差最小。因此,为了减小误差,一般以指针在中