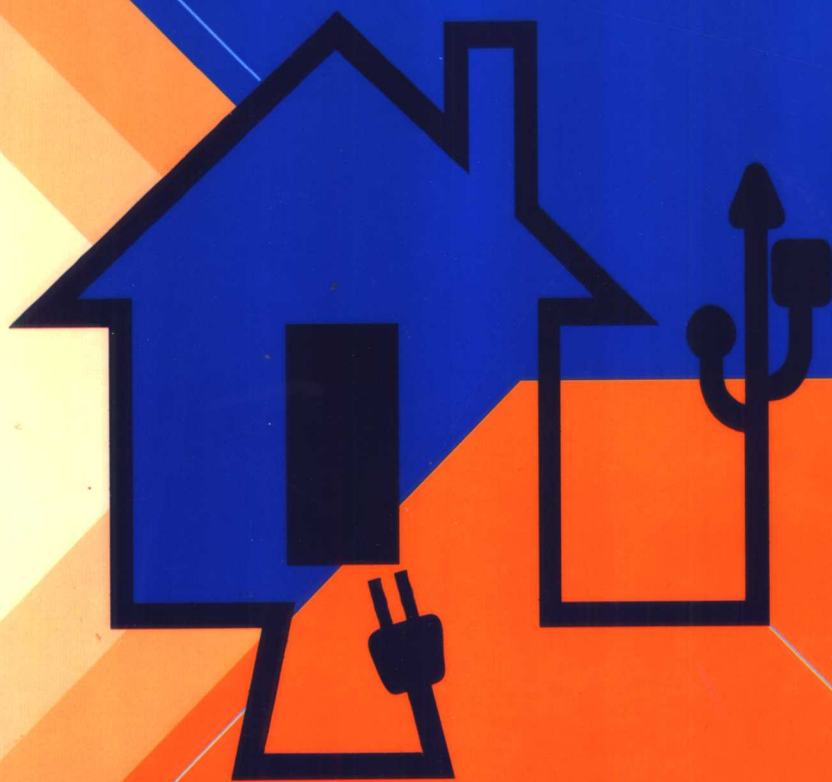


农村电工

实用技术

郑凤翼 傅从俏 主编



 人民邮电出版社
POSTS & TELECOM PRESS

农村电工实用技术

郑凤翼 傅从俏 主编

人民邮电出版社

图书在版编目 (CIP) 数据

农村电工实用技术 / 郑凤翼, 傅从俏主编. —北京: 人民邮电出版社, 2005.2
ISBN 7-115-10858-7

I. 农... II. ①郑... ②傅... III. 农村—电工—基本知识 IV. TM

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2004) 第 101760 号

内 容 提 要

本书为满足广大农村电网工作人员的需求而编写, 内容涉及农村和乡镇企业生产与生活中常用的生产机械电气控制电路、农村电力网、低压室内外配线、电气照明以及安全用电的各种知识, 同时还重点介绍了电工的实用操作技能。

本书适合广大农村和乡镇的电工人员阅读。

农村电工实用技术

- ◆ 主 编 郑凤翼 傅从俏
责任编辑 张 鹏
 - ◆ 人民邮电出版社出版发行 北京市崇文区夕照寺街 14 号
邮编 100061 电子函件 315@ptpress.com.cn
网址 <http://www.ptpress.com.cn>
读者热线 010-67129264
北京朝阳展望印刷厂印刷
新华书店总店北京发行所经销
 - ◆ 开本: 787×1092 1/16
印张: 23.75
字数: 589 千字
印数: 1-5 000 册
- 2005 年 2 月第 1 版
2005 年 2 月北京第 1 次印刷

ISBN 7-115-10858-7/TN · 1991

定价: 31.00 元

本书如有印装质量问题, 请与本社联系 电话: (010) 67129223

前 言

我国农村电气化事业已取得巨大成就，电已成为农业生产、农村经济和农民生活离不开的能源。随着农村经济的迅速发展，农村用电设备不断增加，乡镇企业不断涌现，农村电工和乡镇企业电工队伍也日益壮大。为了帮助广大农村电工和乡镇电工适应新形势的要求，我们编写了本书。

在编写过程中，我们从农村和乡镇企业的实际需要出发，在内容上力求简明实用，并采用深入浅出、图文并茂的表达方式，使内容通俗易懂。本书重点介绍了农村和乡镇企业常用的生产机械电气控制电路、农村电力网、室内外配线、电气照明的工作原理及其常见故障和处理方法，同时还重点介绍了电工的实用操作技能，使读者学习后，可以迅速应用到实际工作中去，达到立竿见影的效果。

本书内容精练、实用，适合广大初、中级电工人员阅读。

本书由郑凤翼、傅从俏主编。参加本书编写的工作人员还有黄海平、冯静、郑丹丹、孟庆涛、杨洪升、王飞雪、齐宝霞、郑晔晖、苏阿莹、车明颖、严海若、姚立常、侯绍琳等。在本书写作过程中，我们参考了大量的书刊杂志和有关资料，并引用其中一些资料，难以一一列举，在此一并向有关书刊和资料的作者表示衷心感谢。

由于我们水平有限，书中错误和不妥之处在所难免，敬请读者批评指正。

编 者

目 录

第一章 常用电工仪表及测量	1
第一节 电工仪表的分类及工作原理.....	1
一、电工仪表的分类.....	1
二、指示式仪表的误差与准确度.....	2
三、电工仪表的工作原理.....	4
第二节 电工仪表的表面标志及选择.....	6
一、电工仪表的表面标志.....	6
二、常用电工仪表的选择.....	8
第三节 电流表及电流的测量.....	10
一、直流电流的测量.....	10
二、交流电流的测量.....	11
三、电流表的内阻.....	11
四、钳形电流表.....	12
第四节 电压表及电压的测量.....	13
一、电压表.....	13
二、电压的测量.....	13
三、电压表的内阻.....	14
第五节 电能表及电能的测量.....	15
一、电能表.....	15
二、电能的测量.....	15
三、电能表使用注意事项.....	18
第六节 兆欧表及绝缘电阻的测量.....	19
一、兆欧表结构和工作原理.....	19
二、兆欧表的选择.....	20
三、兆欧表的正确使用.....	20
第七节 万用表及其使用.....	22
一、万用表的结构和工作原理.....	22
二、磁电式万用表.....	23
三、万用表使用的注意事项.....	25
四、数字式万用表及其使用.....	26
第二章 农用生产机械电气控制电路	28
第一节 三相异步电动机.....	28
一、三相异步电动机的构造.....	28
二、三相异步电动机工作原理.....	30

三、三相异步电动机的运行	34
四、三相异步电动机的型号、额定值和技术数据	36
五、三相异步电动机的使用——启动、反转、调速、制动	38
六、三相异步电动机的选择、使用与维护	40
七、三相异步电动机改为单相使用时的接线	43
第二节 单相异步电动机	44
一、单相异步电动机的结构和工作特点	44
二、电容分相单相异步电动机	45
三、罩极式单相异步电动机	45
四、单相异步电动机的调速、反转和使用	46
第三节 常用低压电器	47
一、刀开关	47
二、低压熔断器	55
三、低压断路器	61
四、交流接触器	71
五、继电器	75
六、主令电器	88
七、低压电器常见故障检查与排除	92
第四节 电动机的基本控制电路	95
一、电气控制电路图	95
二、三相异步电动机直接启动控制电路	97
三、电动机减压启动控制电路	105
第五节 生产机械电气控制电路的制作	107
一、对生产机械电气控制电路的要求	107
二、电动机、控制电器和连接导线的选择	109
三、农村生产机械电气控制装置的制作步骤及要求	111
四、电动机的安装	117
五、三相异步电动机自动往返循环运动控制线路的安装	125
第三章 农村电力网	131
第一节 电力系统和电力网的基本知识	131
一、电力的生产、输送过程和电力生产的特点	131
二、电力系统和电力网	132
三、电力线路、电力网的分类	133
第二节 农村电力网的组成、特点和规划	134
一、农村电力网的组成	134
二、农村用电及农村电力网的特点	134
三、农村电力网的规划	135
四、低压电力网节电措施	138
第三节 农村变电所	139

一、农村变电所的电气设备	139
二、农村变电所的主结线	139
三、配电装置的最小安全净距	140
四、配电装置对建筑物的要求	141
第四节 变压器	142
一、单相变压器的基本结构	142
二、变压器的工作原理	143
三、三相变压器的构造	145
四、变压器的铭牌	147
五、变压器的同极性端与三相变压器的连接组	148
六、配电变压器容量的选择	152
七、配电变压器的安装	153
八、配电变压器的运行	157
九、配电变压器的保护装置	158
第五节 高压电器	159
一、高压断路器	159
二、高压隔离开关	162
三、高压负荷开关	164
四、高压熔断器	165
五、互感器	166
六、高压开关柜	168
第六节 低压配电装置	169
一、低压配电装置的分类	169
二、常用成套低压配电装置	169
三、常用成套低压配电屏的安装	172
四、自制配电箱	181
五、田间配电箱和田间动力操作箱	185
第七节 农村低压电力网的配电方式及接地型式	186
一、农村低压电力网的配电方式	186
二、农村低压电力网接地的型式	188
第八节 低压线路、户内配线用导线及其选择	191
一、低压线路、户内配线用导线	191
二、低压电网导线截面选择方法	194
三、中性线和保护中性线	198
四、几种截面选择方法的适用范围	199
第九节 低压无功补偿	199
一、提高功率因数的作用	200
二、并联电容器无功补偿的工作原理	200
三、电容器电流和补偿容量的计算	201
四、低压电力网的补偿方式	203

五、低压并联电容器组的放电装置	205
第四章 农村低压室内外配线	206
第一节 农村低压架空线路	206
一、架空线路路径的选择和电杆杆位的测定	208
二、架空配电线路的结构	211
三、低压架空线路的施工	220
四、低压架空线路的运行维护	236
第二节 低压接户线和进户线	238
一、架空接户线	238
二、进户线的安装	242
第三节 室内配线	243
一、室内配线的要求和主要工序	245
二、线路设备固定件的埋设	248
三、导线的选择及连接	255
四、夹板配线	262
五、瓷瓶配线	265
六、塑料槽板配线	267
七、塑料护套线配线	269
八、线管配线的要求	272
九、线管配线使用的管材及其加工	276
十、线管配线步骤	282
第五章 农村电气照明	288
第一节 照明电光源及照明灯具	288
一、电光源	288
二、照明电光源的选择	293
三、灯具	294
第二节 电气装置件	295
一、灯座	295
二、开关	296
三、插座与插头	297
四、吊线盒	299
第三节 照明供电系统	299
一、照明供电线路的组成	299
二、照明供电电源	301
三、照明干线的供电方式	302
四、照明支线配线	302
五、一般照明供电线路	303
六、白炽灯供电电路	303

第四节 灯具的安装	304
一、灯具的安装要求.....	304
二、白炽灯的安装.....	308
三、荧光灯的安装.....	310
四、碘钨灯的安装.....	311
五、高压汞灯的安装和使用.....	312
六、高压钠灯的安装.....	313
第五节 开关和插头、插座的安装	313
一、开关的安装.....	313
二、插座的安装.....	314
三、插头的安装.....	318
四、移动式接线板的安装.....	319
第六节 黑光灯	320
一、黑光灯的结构和工作原理.....	320
二、交流灭虫灯.....	321
三、交流电网灭虫灯.....	322
第七节 照明线路常见故障及处理	322
一、断路.....	323
二、短路.....	323
三、漏电.....	323
第六章 农村电气设备和装置	324
第一节 农村地膜大棚照明线路、电焊机电路和双电源供电电路	324
一、农村地膜大棚照明线路.....	324
二、电弧焊机.....	325
三、备用电源的自动投入供电电路.....	327
第二节 柴油发电机组	329
一、柴油发电机组的组成.....	329
二、柴油机.....	330
三、柴油发电机组的选择.....	331
四、简易柴油发电机组.....	332
五、柴油发电机组的使用及保养.....	333
第三节 小型电力排灌站	335
一、农用水泵.....	335
二、电动机和水泵的匹配.....	337
三、水泵的安装.....	338
四、电力排灌设备的运行.....	338
第七章 安全用电	340
第一节 电流对人体的影响	340

第二节	人身触电的形式	341
一、	直接接触触电	341
二、	间接接触触电	343
三、	感应电压触电	344
四、	剩余电荷触电	344
五、	静电触电	344
第三节	触电防护技术	344
一、	人身触电事故的基本因素	344
二、	直接接触触电的防护	345
三、	间接接触触电的防护	346
第四节	接地、接零与接地装置	346
一、	几个基本概念	346
二、	接地与接零	348
三、	接地装置的安装	351
第五节	触电急救	355
一、	人体触电时的临床表现	355
二、	触电时的现场急救	355
第六节	防雷保护、静电保护和电气火灾防护	358
一、	防雷保护	358
二、	静电防护	359
三、	电气火灾的防护及急救常识	361
第七节	电工安全技术	361
一、	电工安全操作规程	362
二、	农村安全用电须知	365

第一章 常用电工仪表及测量

测量电流、电压、功率等电量和电阻、电容、电感等电路参数的仪表，统称电工仪表。电工测量就是将被测电量与其选用单位的标准同类电量进行比较，以确定被测电量的值。比较的结果一般包括两部分，一是单位名称，二是数字值。

电工仪表对电气系统的检测、监视和控制都具有极为重要的作用。

第一节 电工仪表的分类及工作原理

一、电工仪表的分类

电工仪表的种类很多，可按测量方法、仪表结构、用途等进行分类。

1. 按测量方法、仪表结构进行分类

(1) 指示式仪表

在电工测量领域中，指示式仪表规格品种繁多，应用极为广泛。各种交直流电压表、电流表和万用表等大多数为指示式仪表。其特点是将被测的电量转换为驱动仪表可动部分的机械偏转角，然后根据可动部分的指针在标尺上的位置直接读出被测量的数值。因此指示式仪表是一种直读式仪表，也称电气机械式仪表。

(2) 比较式仪表

比较式仪表用于比较测量法中，即被测量与相应的标准量进行比较而测量其数值。一般通过调节仪表面板上的几个旋钮来使被测量和标准量达到某种平衡状态，并从旋钮的刻度来读取数值，如电桥、电位差计等。这类仪表的灵敏度和准确度都比较高，但操作复杂、价格较贵，因而常用于精确测量。

(3) 数字式仪表

数字式仪表采用数字测量技术，并以数码形式直接显示测量结果，因此也是一种直读式仪表。数字式仪表通过模拟量/数字量(A/D)转换，可以测量随时间连续变化的模拟量(如电压、温度、压力等)，也可以测量随时间断续、跃变的数字量。其结果可以用数码形式直接显示，也可以用编码形式送往计算机进行数据处理，为实现智能化控制提供了条件。

数字式仪表具有灵敏度和准确度高、显示清晰直观、功能齐全、性能稳定、过载能力强等特点。常用的数字式仪表有数字电压表、数字万用表、数字频率表、数字电容表等。

(4) 其他电工仪表

除上述3类电工仪表外，常见的电工仪表还有记录式仪表及一些用于扩大仪表量程的装置，如分流器、测量用互感器等。

2. 电工指示仪表的分类

电工指示仪表可以根据其工作原理、结构、测量对象及使用条件等进行分类。

① 按仪表的工作原理分类主要有磁电式仪表、电磁式仪表及电动式仪表等。

② 按测量对象的不同分类主要有电流表、电压表、有功功率表、无功功率表、电能表（千瓦时表）、欧姆表及多种测量用途的万用表等。

③ 按被测电路中电流的不同分类有直流仪表、交流仪表及交直流两用仪表。

④ 按使用方法的不同分类有安装式和可携式两种。

⑤ 按仪表的准确度等级分类有 0.1、0.2、0.5、1.0、1.5、2.5、5.0 共 7 个等级。仪表的准确度等级是指仪表在正常工作条件下进行测量时可能产生的最大误差与仪表的满刻度值之比的百分数。例如准确度等级 1.5 表明仪表在正常工作条件下进行测量时可能产生的最大误差为满刻度值的 1.5%，显然仪表的准确度等级数越大，其准确度等级越低。

二、指示式仪表的误差与准确度

各种电工测量仪表，不论其制造工艺如何先进，质量多高，其测量结果与被测量的实际值之间总会存在一定的差值，这种差值叫仪表的误差。仪表的误差越小，其指示值就会越准确，因此仪表的准确度也是以误差的大小来区别的。按照仪表产生误差的原因不同，其误差可分为基本误差和附加误差两种。

1. 仪表误差的分类

(1) 基本误差

基本误差指仪表在规定的正常工作条件（规定的温度、放置方式、频率和信号波形，且不存在外界电场或磁场的影响）下，进行测量时所具有的误差。它是仪表本身所固有的，是由于结构和制作工艺的不完善而产生的误差，是不可能完全消除的。

由于仪表的可动部分的摩擦、标度尺刻度不均匀等原因引起的误差，都属于基本误差。

(2) 附加误差

指仪表不能在规定的使用条件下（温度、湿度、频率、外电场、外磁场等）测量时所产生的误差。附加误差实际上是由于工作条件的改变而造成的额外误差。

2. 误差的表示方法

误差的表示一般有下列 3 种方法。

(1) 绝对误差

仪表的指示值 A_x 和被测量的实际值 A_0 之间的差值，叫做绝对误差，以 Δ 表示。即

$$\Delta = A_x - A_0 \quad (1.1.1)$$

在计算时，可以用标准表（用来标定工作仪表的高准确度仪表）的指示值作为被测量的实际值。

绝对误差有正、负之分。正误差说明指示值比实际值偏大，负误差说明指示值比实际值偏小。

(2) 相对误差

绝对误差 Δ 与被测量的实际值 A_0 比值的百分数，叫做相对误差，用 γ 表示。即

$$\gamma = \frac{\Delta}{A_0} \times 100\% \quad (1.1.2)$$

由于在测量不同大小的被测量时，很难用绝对误差来判断测量结果的准确程度，因此，

在实际测量中，通常采用相对误差来比较测量结果的准确程度。

在实际工作中，由于被测量的实际值一般难以确定，而且仪表的指示值与实际值又非常接近，因此，采用指示值 A_x 近似代替实际值 A_0 进行相对误差的计算，其公式为

$$\gamma = \frac{\Delta}{A_x} \times 100\% \quad (1.1.3)$$

(3) 引用误差

绝对误差与仪表最大读数（上限值） A_M 比值的百分数，叫做引用误差（又称最大引用误差），用 γ_M 表示。即

$$\gamma_M = \frac{\Delta}{A_M} \times 100\% \quad (1.1.4)$$

相对误差只能表明测量结果的准确程度，而不能全面反映仪表本身的准确程度。对于同一只仪表，在测量不同的被测量时，其绝对误差虽然变化不大，但随着被测量变化，其相对误差也是变化的。也就是说，每只仪表在标度尺的各个不同部位的相对误差是不同的，而且变化很大。

由于在正常工作条件下使用仪表时，不会有附加误差，而仪表的测量上限值是一个常数，且仪表的绝对误差又大体保持不变，因此可以用引用误差来表示仪表的准确度。引用误差就其实质来讲，就是仪表的基本误差，它可以更好地反映仪表本身的准确程度。所以指示仪表的准确度通常采用引用误差来表示。

3. 仪表的准确度

指示仪表在测量值不同时，其绝对误差多少有些变化。为了使引用误差能包括整个仪表的基本误差，工程上规定以最大引用误差来表示仪表的准确度。

仪表的最大绝对误差 Δ_M 与仪表测量上限 A_M 比值的百分数，叫做仪表的准确度 K 。准确度用百分数来表示，即

$$\pm K\% = \frac{\Delta_M}{A_M} \times 100\% \quad (1.1.5)$$

最大引用误差愈小，仪表的基本误差也愈小，准确度就愈高。根据国家标准 GB776—76 的规定，电工指示仪表的准确度等级共 7 级，它们所表示的基本误差如表 1.1.1 所示。

表 1.1.1 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

根据式 (1.1.5)，在知道仪表最大读数 A_M 后，可算出不同准确度等级仪表所允许的最大绝对误差。

【例】 计算准确度为 0.5 级、量程为 100A 的电流表测量 8A 电流时的最大相对误差。

解：电流表的最大绝对误差

$$\Delta_M = \frac{\pm K \times A_M}{100} = \pm \frac{0.5 \times 100}{100} = \pm 0.5(\text{A})$$

则 8A 电流出现的最大相对误差

$$\gamma = \frac{\Delta_M}{A_x} \times 100\% = \frac{\pm 0.5}{8} \times 100\% = \pm 6.25\%$$

上例说明，采用准确度等级较高而量程过大的仪表进行测量，测量结果的相对误差较大。因此忽视对仪表量程的合理选择而片面追求准确度级别是不对的。为保证测量结果的准确性，通常应使被测量的值为仪表量程的一半以上。

4. 仪表的灵敏度

仪表的灵敏度是指仪表可动部分偏转角的变化量 $\Delta\alpha$ 与被测量的变化量 ΔX 的比值，以 S 表示。即

$$S = \frac{\Delta\alpha}{\Delta X} \quad (1.1.6)$$

仪表的灵敏度表示仪表对被测量的反映能力，即表示仪表所能测量的最小被测量。对于标尺刻度均匀的仪表，其灵敏度为一常数，它的数值等于单位被测量所引起的偏转角，即 $S = \frac{\alpha}{X}$ 。仪表的灵敏度越高，量程就越小；灵敏度越低，则仪表的准确度就越低。因此仪表应有适当的灵敏度。

对仪表的灵敏度要求应适当。灵敏度高会提高仪表制造成本，而且读数困难（阻尼时间长）。仪表的灵敏度决定于仪表线路及结构，通常将灵敏度的倒数称为仪表常数。均匀标尺的仪表常数为 $C=1/S$ 。

三、电工仪表的工作原理

1. 磁电式仪表

(1) 结构和工作原理

磁电式仪表的结构如图 1.1.1 所示，它由固定部分和转动部分组成。固定部分为一块磁性很强的永久磁铁，一般由铬钢或镍铝钢制成，形成一个强磁场。转动部分由转动线圈、转轴、游丝和指针等构成。转动线圈中间有固定的圆柱形铁心，被测电流通过游丝进入转动线圈。

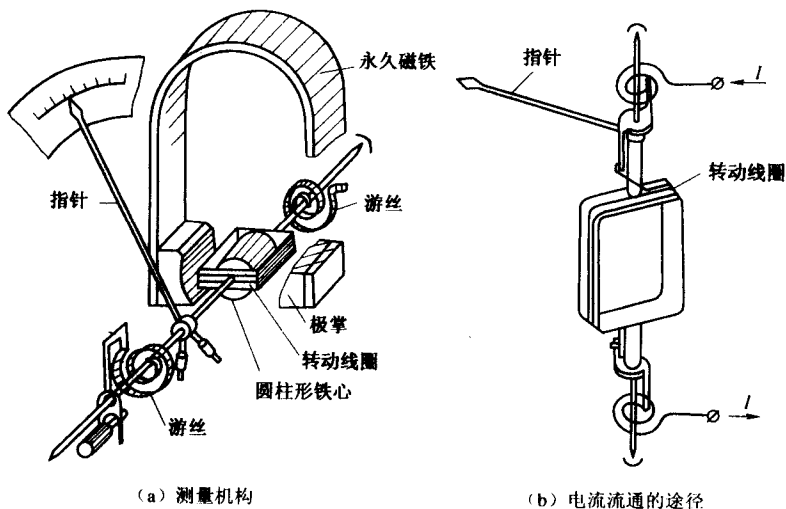


图 1.1.1 磁电式测量机构

当被测电流通过转动线圈时，在磁铁磁场的作用下，转动线圈产生一个转动力矩，仪表

的指针随之偏转。同时，装在转轴上的游丝产生反作用力矩。当转动力矩和反作用力矩大小相等时，指针随线圈停止转动。指针偏转角的大小与被测电流的大小成正比。根据指针偏转角度，可以在表盘上直接读出被测电流的数值。

(2) 磁电式仪表的特点

① 磁电式仪表转动线圈的偏转角与被测电流大小成正比，因此磁电式仪表标度尺刻度呈均匀分布。

② 磁电式仪表永久磁铁的极性是固定的，当通入被测电流方向改变时，指针偏转方向也随之改变。如果将交流电通过转动线圈，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，仪表的接线端均标有“+”和“-”记号。

③ 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。

④ 被测的电流通过游丝进入转动线圈。由于游丝和转动线圈的截面积很小，因此磁电式仪表不能测量较大的电流，过载能力较差。此外，磁电式仪表结构比较复杂，价格较高。

(3) 磁电式仪表的应用

测量直流用的仪表大多为磁电式仪表，可作为电流表、电压表。万用表的表头都选用磁电式仪表，其交流电的测量是将被测电流整流后送入转动线圈，以实现交流测量。

2. 电磁式仪表

(1) 结构和工作原理

电磁式仪表的内部结构如图 1.1.2 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。当固定线圈中有电流通过时，固定铁片和可动铁片同时被磁化，并呈同一极性，由于同性相斥，可动铁片受到排斥力矩的作用而转动并带动转轴上的指针偏转。指针偏转的角度与固定线圈中电流即被测电流的平方成正比。当指针偏转到一定角度时，因受到弹簧力矩的反作用而静止，这时就可以读数。

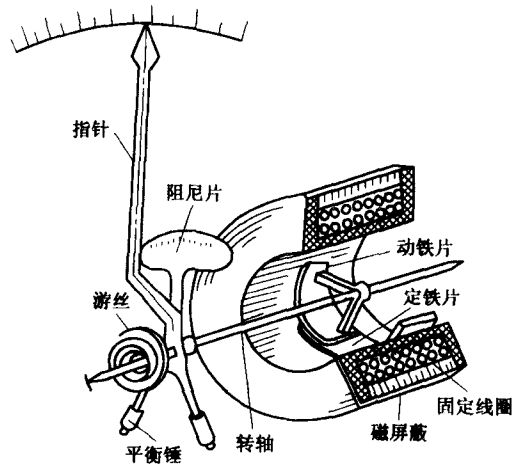


图 1.1.2 电磁式仪表的内部结构

(2) 电磁式仪表的特点

① 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，因而表盘标度尺刻度是不均匀的，量程高端标度尺刻度间距大。

② 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 电磁式仪表采用固定线圈结构，线圈导线的截面大，允许通过较大的电流，因此其负载能力强。

④ 电磁式仪表结构简单、价格低。

⑤ 与磁电式仪表相比，电磁式仪表磁场较弱，容易受外磁场的干扰，灵敏度低，消耗功率大。

(3) 电磁式仪表的应用

电磁式仪表一般作为电流表、电压表，用于直流和交流电路的测量。测量交流电时，仪表所指示的数值是交流电的有效值。

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。

功率因数表采用电磁式仪表，可用来直接测量交流电路的电压和电流之间的相位角。

3. 电动式仪表

(1) 结构和工作原理

电动式仪表的内部结构如图 1.1.3 所示，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。当固定线圈和转动线圈中都有电流通过时，转动线圈受到电磁力矩的作用而转动并带动转轴上的指针偏转。指针偏转的角度与固定线圈和转动线圈中电流的乘积成正比，如果固定线圈和转动线圈中通过同一个电流即被测电流，则指针偏转的角度与被测电流的平方成正比。当指针偏转到一定角度时，因受到弹簧力矩的反作用而静止，这时就可以读数。

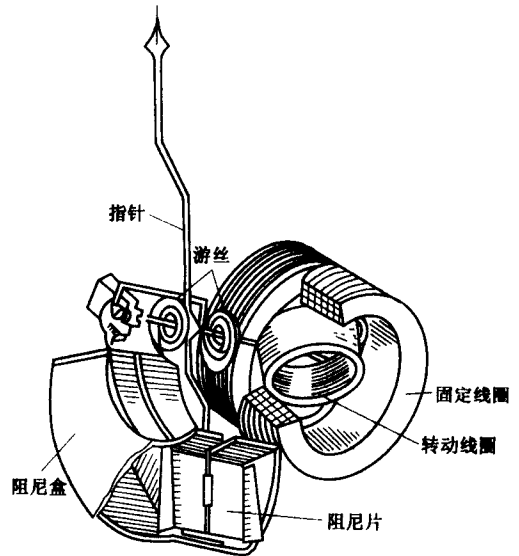


图 1.1.3 电动式仪表内部结构

(2) 电动式仪表的特点

① 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。

② 通过固定线圈和转动线圈的电流同时改变方向，转动线圈所受的电磁力方向不变。因此电动式仪表既能测量直流电，又能测量交流电。

③ 电动式仪表有较高的测量精度，最高可达到 0.1 级准确度等级。

④ 转动线圈和游丝截面小，因此电动式仪表负载能力较差。

⑤ 刻度不均匀，读数受外界磁场影响大。

(3) 电动式仪表的应用

电动式仪表不但能测量交、直流电路的电压、电流和非正弦交变量的有效值，还能测量功率和相位。由于它具有较高的测量准确度，特别适合对交流电进行精密测量。

第二节 电工仪表的表面标志及选择

一、电工仪表的表面标志

在电工仪表的刻度盘或面板上，通常用各种不同的符号来说明仪表的各种技术性能。这种反映仪表技术特性的符号叫做仪表的标志。按照国家标准规定，电工仪表的表面标志应包括：测量对象的单位、电源种类、仪表工作原理的系列类型、准确度等级、使用条件组别、工作位置、绝缘强度试验电压、仪表型号及其各种额定值（如经电流互感器的电流表应标有

电流互感器的变比数值)等。电工仪表的表面标志如表 1.2.1~表 1.2.7 所示。

表 1.2.1 测量量的符号

名称	符号	名称	符号	名称	符号
千安	kA	瓦特	W	毫欧	mΩ
安培	A	兆乏	Mvar	微欧	μΩ
毫安	mA	千乏	kvar	相位角	φ
微安	μA	乏尔	var	功率因数	cos φ
千伏	kV	兆赫	MHz	无功功率因数	sin φ
伏特	V	千赫	kHz	微法	μF
毫伏	mV	赫兹	Hz	皮法	pF
微伏	μV	兆欧	MΩ	亨	H
兆瓦	MW	千欧	kΩ	毫亨	mH
千瓦	kW	欧姆	Ω	微亨	μH

表 1.2.2 仪表工作原理的图形符号

名称	符号	名称	符号
磁电式仪表		铁磁电动式仪表	
磁电式比率表		铁磁电动式比率表	
电磁式仪表		感应式仪表	
电磁式比率表		静电式仪表	
电动式仪表		整流式仪表(带半导体整流器和磁电系测量机构)	
电动式比率表		热电式仪表(带接触式热变换器和磁电系测量机构)	

表 1.2.3 准确度等级的符号

名称	符号
以标度尺上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	$\nabla 1.5$
以指示值百分数表示的准确度等级, 例如 1.5 级	$\odot 1.5$

表 1.2.4 工作位置的符号

名称	符号
标度尺位置为垂直的	\perp
标度尺位置为水平的	\lrcorner
标度尺位置与水平面倾斜成一角度, 例如 60°	$\sphericalangle 60^\circ$

表 1.2.5 绝缘强度的符号

名称	符号	名称	符号
不进行绝缘强度试验		绝缘强度试验电压为 2kV	
绝缘强度试验电压为 500V		危险	