

常用电工测量仪表问答

杨国治 刘磁多 编著

内 容 提 要

本书对有关常用电工测量仪表方面的 200 多个问题,作了简明扼要的回答。全书共分电气测量仪表的基础知识、电工仪表的通用零件、磁电式仪表、电磁式仪表、电动式仪表、电度表、万用表、兆欧表、钳形电流表、仪用互感器、电桥、直流电位差计、信号发生器、示波器、数字仪表、仪表的改装等十六部分,涉及测量原理、测量技术和维护检修方法等。

本书适合广大电工师傅和从事电气测量工作的其它人员阅读。

常用电工测量仪表问答

Changyong Diangong Celiang Yibiao Wenda

杨国治 刘镛多 编著

责任编辑:高坦第

人民邮电出版社出版

北京东长安街27号

河北省邮电印刷厂印刷

新华书店北京发行所发行

各地新华书店经售

开本: 787×1092 1/32

1988年2月第一版

印张: 13 ⁶/₈ 页数: 212

1988年2月河北第1次印刷

字数: 297千字

印数: 1—31 000册

ISBN7115—03481—8/TM

定价: 2.50元

目 录

一 电工测量仪表的基本知识.....	(1)
1 什么是电工测量仪表?	(1)
2 电工测量仪表是如何分类的?	(2)
3 电工测量仪表应具备哪些主要技术条件?	(3)
4 测量中有哪些常见误差?	(4)
5 怎样减小和消除测量中的误差?	(6)
6 误差有几种表达形式?	(7)
7 什么是仪表的灵敏度和仪表常数?	(9)
8 电工测量仪表常用哪些文字符号和图形符号?	(10)
二、电工仪表的通用零件.....	(13)
1. 在修理仪表时, 常用哪些电阻仪器和标准附件?	(13)
2. 检修仪表时常用哪些专用工具?	(15)
3. 有哪些电工仪表通用零件? 它们的结构参数和对它们的技术要求如何?	(18)
4 轴尖有哪些常见故障?	(26)
5 怎样修复轴尖?	(27)
6 怎样安装轴尖?	(30)
7. 如何检查轴尖的质量?	(31)
8 怎样检查、修理和安装轴承?	(32)
9. 什么是轴隙? 怎样调整?	(33)

- 10 游丝有哪些常见故障? (34)
- 11 游丝变形后怎样矫正? (35)
12. 怎样绕制动圈? (39)
- 13 刻度盘有哪些常见缺陷? 怎样消除? (43)
- 14 有些仪表在起始刻度附近标有黑点是什么意思? (44)
- 15 仪表的标尺下方为何装有一块弧形镜片? ... (44)
16. 什么是仪表的指示装置? (44)
- 17 什么是阻尼器? (46)
18. 什么是反作用力矩装置? (47)

三、磁电式仪表..... (50)

1. 磁电式仪表是由哪几部分构成的? (50)
2. 试述磁电式仪表的工作原理..... (51)
3. 磁电式仪表有哪些特点? (54)
- 4 磁电式测量机构用作电流表时怎样扩大量程? (55)
- 5 什么是外附分流器和温度补偿线路? (57)
- 6 磁电式测量机构用作电压表时怎样扩大量程? (59)
7. 电流表和电压表有何区别? (61)
8. 怎样使用电流表和电压表? (61)
- 9 怎样检查磁电式仪表的故障? (63)
- 10 磁电式仪表有哪些常见故障? 怎样排除? ... (64)
- 11 怎样调整仪表转动部分的平衡? (64)

四、电磁式仪表..... (70)

- 1 电磁式仪表与磁电式仪表有何不同? (70)
- 2 何谓吸引型电磁式仪表? (71)

3.	何谓排斥型电磁式仪表?	(73)
4.	电磁式仪表有哪些特点?	(74)
5.	电磁式电流表和电压表是怎样扩大量程 的?	(75)
6.	电磁式仪表有哪些常见故障? 怎样排除? ...	(77)
五、	电动式仪表	(80)
1.	什么是电动式仪表?	(80)
2.	电动式仪表的结构怎样? 工作原理如何? ...	(81)
3.	什么是电动式电流表?	(83)
4.	什么是电动式电压表?	(85)
5.	电动式仪表有哪些特点?	(87)
6.	什么是磁屏蔽和无定位结构?	(88)
7.	电动式仪表维修时应注意哪些事项?	(90)
8.	电动式仪表有哪些常见故障? 怎样排除? ...	(91)
9.	什么是电动式功率表?	(94)
10.	什么是功率表的量程? 怎样扩大量程?	(96)
11.	怎样选择和正确使用功率表?	(97)
12.	什么是低功率因数功率表?	(100)
13.	怎样用一只单相功率表测三相对称负载的有 功率?	(102)
14.	怎样用两只功率表测量三相三线制电路的有 功率?	(104)
15.	怎样用三只功率表测量三相四线制不对称负 载功率?	(105)
16.	什么是电动式三相功率表?	(106)
17.	试述用两只功率表测量三相三线制电路有功 功率的原理。	(107)

18. 怎样用单相功率表测量对称三相电路的无功功率? (108)
19. 怎样用两只单相功率表测量三相对称电路的无功功率? (110)
20. 怎样用三只单相功率表测量三相无功功率? (111)
21. 使用仪用互感器测量功率时应注意哪些问题? (112)
22. 什么是三相功率因数表? (114)
23. 怎样校验功率表? (116)
24. 什么是电动式频率表? (118)

六、电度表 (121)

1. 什么是电度表? (121)
2. 交流单相电度表是由哪些基本部件组成的? (122)
3. 电度表是怎样测量和积算电能的? (123)
4. 单相电度表怎样接线? (124)
5. 家庭用的电度表为何额定电流不宜超过2.5安? (124)
6. 怎样从电度表上读取用电量的累积数值? ... (126)
7. 什么是三相有功电度表? (127)
8. 什么是三相无功电度表? (128)
9. 三相电度表都有哪几种接线方式? (130)
10. 怎样根据用电负荷选择电度表的容量? (131)
11. 国产电度表型号字母的含义是什么? (131)
12. 电度表有哪些主要技术特性? (132)
13. 怎样从错误的接线中算出真实的用电量

数?	(134)
14. 安装电度表时应注意哪些问题?	(137)
15. 为什么套装的电度表(分表)每月要给总表 付一度电的电费?	(138)
16. 怎样用简易方法测试家用电度表是否准 确?	(139)
17. 怎样校验电度表?	(140)
18. 怎样调整电度表?	(142)
七、万用表	(146)
1. 什么是万用表?	(146)
2. 万用表的结构如何?	(146)
3. 万用表测量线路的基本原理是什么?	(148)
4. 万用表有哪些技术特性?	(155)
5. 万用表表盘上的各种标志代表什么意思? ...	(157)
6. 使用万用表时要注意哪些问题?	(160)
7. 为什么用万用表测电阻时, 每换档后都要重 新调零?	(162)
8. 为何有些万用表的刻度盘上单独有一条交流 10伏档标尺刻度?	(163)
9. 有的万用表刻度盘上标有LI、LV是什么意 思?	(164)
10. 怎样利用交流低压档测交流电流?	(164)
11. 怎样用直流电压档去测电阻?	(167)
12. 怎样用万用表查找交流电源的火线?	(168)
13. 怎样用万用表测算交流电动机的转速?	(169)
14. 怎样看万用表的电路图?	(171)
15. 万用表都有哪些常见故障? 怎样排除?	(172)

八、兆欧表..... (183)

1. 什么是兆欧表? (183)
2. 兆欧表的结构和工作原理是什么? (184)
3. 怎样选择兆欧表? (186)
4. 兆欧表怎样接线? (187)
5. 在用兆欧表测量之前应做哪些准备工作? ... (189)
6. 在用兆欧表测量绝缘电阻时应注意哪些问题? (190)
7. 在用兆欧表摇测绝缘电阻时为何“L”和“E”端不能接反? (191)
8. 常用的兆欧表有哪些型号? (192)
9. 为什么不用普通磁电式仪表测量电气设备的绝缘电阻? (194)
10. 兆欧表在维修前应做哪些检查? (196)
11. 兆欧表有哪些常见故障? 怎样排除? (197)
12. 怎样对兆欧表进行平衡调整? (200)
13. 怎样调整兆欧表的误差? (202)
14. 怎样校验兆欧表? (203)

九、钳形电流表..... (206)

1. 什么是钳形电流表? (206)
2. 钳形电流表有哪几种规格型号? (207)
3. 怎样使用钳形电流表? (207)
4. 为何不能用磁电整流式钳形电流表测量绕线式电动机的转子电流? (209)
5. 常见的交流钳形电流表的基本线路有哪几种? (209)
6. 怎样校验和修理交流钳形电流表? (211)

十、仪用互感器..... (214)

1. 什么是仪用互感器? 为什么要用仪用互感器? (214)
2. 仪用互感器有哪些优点? (215)
3. 仪用互感器是怎样构成的? (216)
4. 电压互感器的工作原理如何? (217)
5. 电流互感器的工作原理如何? (219)
6. 电压互感器型号的含义是什么? (220)
7. 电流互感器型号的含义是什么? (221)
8. 怎样正确使用电压互感器? (221)
9. 怎样正确使用电流互感器? (224)
10. 怎样判断仪用互感器的极性? (226)
11. 为什么电压互感器的次级不允许短路? (226)
12. 为什么电流互感器的次级不允许开路? (227)
13. 常用的电压互感器有哪几种接线方式? (228)
14. 常用的电流互感器有哪几种接线方式? (230)
15. 仪用互感器在测量功率和电能时怎样接线才算正确? (231)
16. 什么是电容式电压互感器? (233)
17. 怎样对互感器铁芯的剩磁进行退磁? (235)

十一、电桥..... (237)

1. 什么是电桥? 它分为几类? (237)
2. 直流单电桥的工作原理如何? (238)
3. 直流双电桥的工作原理如何? (239)
4. 常用的直流电桥有哪些型号规格? (241)
5. 怎样正确使用直流单电桥? (243)
6. 使用直流双电桥时应注意哪些问题? (246)

7. 什么是组合电桥? (248)
8. 为何双电桥测量小电阻时比单电桥准? (250)
9. 交流电桥是怎样工作的? (251)
10. 常用的交流电桥型号规格有哪些? (254)
11. 什么是交流指零仪? (254)
12. 交流电桥使用哪种电源? (256)
13. 什么是电容电桥? (256)
14. 什么是电感电桥? (258)
15. 怎样使用QS—18A型万用电桥? (260)
16. 使用交流电桥时应注意哪些问题? (263)
17. 怎样维护电桥? (264)

十二、直流电位差计 (266)

1. 什么是直流电位差计? 它是怎样分类的? ... (266)
2. 直流电位差计的工作原理如何? (268)
3. 怎样看电位差计的线路图? (270)
4. 什么是代换式十进盘线路和分路式十进盘线路?
路? (273)
5. 怎样使用和维护直流电位差计? (277)
6. 直流电位差计有哪些常见故障? 怎样排除?
除? (279)
7. 有哪些常用的直流电位差计? (281)

十三、信号发生器 (283)

1. 什么是信号发生器? (283)
2. 低频信号发生器是由哪几部分组成? (283)
3. 怎样调节和使用低频信号发生器? (286)
4. 低频信号发生器有哪些常见故障? 怎样排除?
除? (289)

5. 高频信号发生器是由哪几部分组成的?	(290)
6. 高频信号发生器面板各控制按钮都有什么作用?	(292)
7. 怎样使用高频信号发生器?	(295)
8. 高频信号发生器有哪些常见故障? 怎样排除?	(298)
9. 标准信号发生器由哪几部分组成?	(299)
10. 怎样使用XFC—6型标准信号发生器?	(302)
11. 什么是脉冲信号发生器?	(305)
12. 怎样使用XC—2C型脉冲信号发生器?	(307)
十四、示波器	(310)
1. 什么是示波器?	(310)
2. 示波器由哪些基本部分组成?	(311)
3. 试述波形显示的原理	(313)
4. 示波器面板有哪些旋钮? 作用是什么?	(315)
5. 在使用示波器之前要作哪些性能检查?	(319)
6. 什么是李沙育图形?	(321)
7. 怎样用示波器测量波形的电压和时间?	(324)
8. 怎样正确使用示波器?	(326)
9. 怎样检查示波器的故障?	(329)
10. 示波器有哪些常见故障? 怎样排除?	(331)
11. 怎样检查电源变压器的初次级有否匝间短路?	(336)
十五、数字仪表	(340)
1. 什么是数字仪表?	(340)
2. 常用的数字仪表有哪些型号规格?	(342)
3. 数字仪表有哪几种显示方法?	(344)

4.	什么是数字电压表?	(346)
5.	试述数字电压表的基本工作原理	(348)
6.	数字电压表的结构如何?	(353)
7.	怎样使用数字电压表?	(357)
8.	怎样检查数字电压表的故障?	(359)
9.	数字电压表有哪些常见故障?	(361)
10.	数字万用表与普通万用表有何不同?	(363)
11.	数字万用表的电阻、电流和交流电压是怎样 变换为直流电压的?	(365)
12.	数字万用表常用哪些探头?	(367)
13.	怎样使用数字万用表?	(369)
14.	怎样用数字万用表测试半导体三极管的性 能?	(370)
15.	使用袖珍式液晶显示数字万用表应注意哪些 问题?	(373)
16.	什么是电子计数器?	(377)
17.	使用电子计数器时应注意哪些问题?	(379)
十六、仪表的改装		(381)
1.	为什么要进行仪表改装?	(381)
2.	怎样改装多量程电压表?	(381)
3.	怎样改装多量程电流表?	(386)
4.	怎样把直流电流表改装成交流电压表?	(390)
5.	怎样把直流电流表改装成交流电流表?	(393)
6.	选购仪表时要考虑哪些技术性能?	(397)
附录一	各种电流密度下的导线的电流负载	(399)
附录二	锰铜合金线和镍铜合金线的电阻值	(406)

一、电工测量仪表的基本知识

1. 什么是电工测量仪表？

测量，是人们借助于专门设备，通过实验的方法，对客观事物取得数量观念的认识过程。例如，用尺去量布的长度；用安培表去测量电流的强度，等等。因此，电工测量就是一个比较过程，即把一个被测电工量与一个充当测量单位的已知量进行比较，确定它是该单位的若干倍或若干分之一。用来实现被测量与量具（度量器）之间相互比较的技术工具（仪器仪表），称为电工测量仪表。

在测量中实际使用的是测量单位的复制体，称做度量器。为保证测量的准确性，度量器应具有足够的精度和稳定性。度量器又分基准度量器与标准度量器。基准度量器为现代技术水平所能达到的精度最高的度量器，由国际上有关组织和各国的最高计量部门保存，而标准度量器用来检定低一级的测量仪器，以便把量值准确地传递到实际生产中去。电工测量常用的标准度量器有标准电池、标准电阻、标准电容和标准电感等。

在电工测量中，凡是不需要度量器参与测量，而直接用有指示的仪器仪表读取被测量数值的方法，称为直读法。如用欧姆表测电阻阻值时，就没有标准电阻的直接参与，方法异常简便，故直读法应用极广。与直读法相对应的方法称为比较法，它需要有变量器参与测量。如用电桥测电阻阻值时，必须有标准电阻器，通过比较来确定被测量的数值。比较法有更高的准

确度，对测量仪器和试验条件的要求较高，操作也麻烦，因此多用于高准确度的测量。

许多电工仪表具有测量速度快，可连续测量、自动检测和远距离测量等优点。这些仪表不仅可以测量电量，而且还可把温度、压力、速度、流量等非电量变换为电量予以测量。随着电子技术及计算技术的发展，各种具有数字显示、高精度、高灵敏度、高测量速度及适于多种参数测量的电子仪器应用得越来越广泛，使电工仪表更成为工农业生产、国防建设及科学实验必不可少的测量工具之一。

2. 电工测量仪表是如何分类的？

电工测量仪表的种类繁多，分类方法也不一。常见的电工测量仪表的分类方法有：

(1)按工作原理分 根据其工作原理，电气测量仪表可分为电磁式（按测量机构又分为扁线圈吸引型和圆线圈排斥型）、电动式、磁电式（按测量机构又分为动磁式和动圈式）、感应式、整流式、静电式、热电式及电子式等。

(2)按读数方法分 按照仪表读取结果的方法，仪表可分为直读式与较量式。凡是测量结果可直接由仪表的指示机构示值的为直读式仪表；凡需将被测量与标准量进行比较方能读取结果的仪表称为较量式仪表。

(3)按被测量名称分 根据所测量的电量，把仪表分为电流表（又可分为安培表、毫安表和微安表等）、电压表（还可进一步分为伏特表、毫伏表、微伏表等）、功率表（又称瓦特表）、兆欧表（又称高阻表）、欧姆表、电度表（又称瓦特表）、功率因数表、相位表、频率表及万用表等。

(4)按使用方法分 按使用方法,仪表可分为开关板式(简称板式表)和可携式两类。板式表通常固定在开关板或配电盘上,一般误差较大,价格较低。可携式仪表使用方便,一般误差较小,但价格较贵。

(5)按仪表工作电流性质分 根据仪表工作电流的性质可分为直流仪表、交流仪表及交直流两用仪表。

(6)按使用条件分 根据仪表适用的环境条件,仪表有A、B、C三组之分。A组仪表仅适用于较温暖的室内;B组仪表可在不太暖和的室内使用,而C组仪表可在大多数地区的室内和室外使用。

除此之外,还可按准确度把仪表分为0.1级、0.2级、0.5级、1.0级、1.5级、2.5级及5级等七个等级,按仪表对电磁场的防御能力分为Ⅰ级、Ⅱ级、Ⅲ级、Ⅳ级等四个等级。

3. 电工测量仪表应具备哪些主要技术条件?

电气测量仪表是监视测量电气设备各种技术参数的主要工具。为保证测量结果的准确、可靠,就必须对仪表提出一定的质量要求。根据国家标准GB776—65《电气测量指示仪表通用技术条件》的规定,一般电气测量仪表应具备以下几方面的条件:

(1)有足够的准确度 仪表的基本误差应符合该仪表所标明的准确度等级。当外界因素变化时,在非正常工作条件下仪表的附加误差,应符合国家标准。仪表因摩擦而产生的指示升降变差,一般不应超过仪表基本误差的绝对值。

(2)抗干扰能力要强 在测量时,测量误差随时间、温度及外磁场等外界因素的影响而产生的变化应在规定范围之内,

变化愈小愈好。

(3)仪表本身所消耗功率要小 在测量过程中,如果仪表本身所消耗的功率较大,那么在测量小功率时,就会引起电路工作状态的变化,造成测量误差,因此,要求仪表本身消耗的功率应尽量小。

(4)要有良好的读数装置 为便于读数和扩大仪表的测量范围,仪表的标尺刻度应尽量均匀。否则,刻度不均匀,在分度线较密的部分,读数误差较大,灵敏度也较低。为使刻度不均匀的仪表有足够的准确度,需要在刻度盘上标明其工作部分,一般要求这一部分的长度不小于标尺全长的85%。

(5)要有适合于被测量的灵敏度 灵敏度是电工仪表的一个重要技术指标。它代表着仪表对被测量的反应能力,反映出仪表所能测量的最小量。

(6)要有良好的阻尼 由于仪表可动部分的惯性作用,当接入被测量或被测量突然变化时,指针不能立即稳定在指示值上,而要在稳定位置左右摆动。为能迅速读数,要求仪表有良好的阻尼装置以减小摆动时间。按规定,普通仪表的阻尼时间不应超过4秒,质量较好的仪表的阻尼时间为1.5秒左右。

(7)要有足够的绝缘电阻、耐压能力和过载能力 为保证使用安全,仪表必须有足够的绝缘电阻和耐压能力,同时应能承受短时间的过载。一般开关板式仪表过载能力大,可携式仪表过载能力小得多。

(8)使用维护方便,结构坚固,工作可靠。

4. 测量中有哪些常见误差?

在实际测量中,由于测量仪器仪表不准确、测量方法不完

善以及各种因素的影响，都会使测量结果失真。这种失真称为误差。根据误差的性质和产生的原因，一般分为下列几种误差：

(1)系统误差 系统误差又称规则误差。这种误差表现为，在重复测量同一个量时，误差的绝对值（即大小）和符号保持恒定，或按一定的规律变化。

系统误差主要来源于工具和环境误差、方法或理论误差以及人员误差。

工具或环境误差，主要是由于测量工具在设计、结构和工艺上的缺陷，或因测量环境的变动，使其结构参数发生变化而引起的误差。

方法或理论误差，是由于测量方法的理论根据的缺陷或因采用近似公式而造成的误差。

人员误差，是由于实验者生理上的最小分辨力、感觉器官的生理变化、反映速度或固有习惯等因素而带来的误差。

(2)偶然误差 偶然误差又称随机误差。这种误差的现象是在相同条件下多次测量同一量时，误差的绝对值和符号均发生变化，且没有确定的变化规律，也不能事先预测。引起偶然误差的因素很多，如电路接触不良、电阻元件偶然过热、电磁场的微变、大地微震以及空气扰动等。

(3)疏失误差 疏失误差，又称过失误差，就是明显地搞错了测量结果。造成这种误差的原因，大多是由于实验者的粗心，比如读错、记错以及算错数据，或是使用了有毛病的测量仪表等。这种误差是完全可以避免的。