

常用电子仪器仪表的 使用与速修技巧

第2版

CHANGYONG DIANZI YIQI YIBIAO DE SHIYONG YU SUXIU JIQIAO

邱勇进 于令建 邱伟杰 编著



机械工业出版社
CHINA MACHINE PRESS

常用电子仪器仪表的 使用与速修技巧

第 2 版

邱勇进 于令建 邱伟杰 编著



机械工业出版社

本书系统地阐述了各种电子测量仪器仪表的工作原理与使用。内容包括基础知识、电路识图、测量用指针式万用表、数字万用表、电子示波器、信号发生器、频率计、电子计数器、交流毫伏表、频率特性测试仪、晶体管特性图示仪、数字电桥、钳形电流表、绝缘电阻表、数字温度显示调节仪、数字电压表等。本书深入浅出、通俗易懂，在选材上具有先进性、系统性和实用性，内容丰富、实用面广。

本书可作为职业院校电子、通信、控制与检测等专业的教学用书，也可作为相关专业工程技术人员和广大电子爱好者的参考用书。

图书在版编目 (CIP) 数据

常用电子仪器仪表的使用与速修技巧/邱勇进, 于令建, 邱伟杰编著. —2 版. —北京: 机械工业出版社, 2012. 8

ISBN 978-7-111-39078-7 *

I. ①常… II ①邱…②于…③邱… III ①电子仪器-使用方法②电工仪表-使用方法③电子仪器-维修④电工仪表-维修 IV. ①TM930.7

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2012) 第 151634 号

机械工业出版社 (北京市百万庄大街 22 号 邮政编码 100037)

策划编辑: 朱 林 责任编辑: 朱 林 责任校对: 陈 越

封面设计: 赵颖喆 责任印制: 张 楠

北京诚信伟业印刷有限公司印刷

2012 年 8 月第 2 版第 1 次印刷

184mm×260mm·13 75 印张·340 千字

0001—3 000 册

标准书号: ISBN 978-7-111-39078-7

定价·38.00 元

凡购本书, 如有缺页、倒页、脱页, 由本社发行部调换

电话服务

网络服务

社服务中心: (010) 88361066 教材网: <http://www.cmpedu.com>

销售一部: (010) 68326294 机工官网: <http://www.cmpbook.com>

销售二部: (010) 88379649 机工官博: <http://weibo.com/cmp1952>

读者购书热线: (010) 88379203 封面防伪标均为盗版

前 言

电子测量仪器仪表是一个整机，其本身就构成一个独立的电子电路系统，在电子信息类和计算机类专业教材中能够充分体现现代仪器仪表的设计思想、系统组成、单元电路计算、元器件选择及总体评价等。这对巩固相关课程理论知识，提高对整机的认识和工程估算能力等具有非常重要的实用价值。

本书以培养电子测量基本技术和工程应用能力为目标，全书系统地阐述了各种电子测量仪器仪表的工作原理与使用。内容包括基础知识、电路识图、测量用指针式万用表、数字万用表、电子示波器、信号发生器、频率计、电子计数器、交流毫伏表、频率特性测试仪、晶体管特性图示仪、数字电桥、钳形电流表、绝缘电阻表、数字温度显示调节仪、数字电压表等。本书深入浅出、通俗易懂，各章均配置了习题。本书在选材上具有先进性、系统性和实用性，内容丰富、实用面广。

另外，本书在内容选择上力求体现现代电子技术的最新成果，使本书不但具有教材上的普遍性，还具有理论上的科学性和先进性。

由于编者水平有限，书中难免有不妥之处，敬请读者批评指正。

编 者

目 录

前言

第1章 电子测量仪器的基本知识 1

1.1 电子测量的内容 1

1.2 电子电路测量的基本方法 1

1.2.1 静态测量和动态测量 1

1.2.2 直接测量法和间接测量法 1

1.2.3 直读测量法和比较测量法 2

1.2.4 测量方法的选择 2

1.3 电子测量仪器的放置 3

1.4 电子测量仪器的接地 3

思考与练习 4

第2章 电子仪器维护的基本知识 5

2.1 概述 5

2.2 电子仪器维护的基本措施 6

2.3 电子仪器使用注意事项 8

2.4 检修电子仪器的一般程序 10

2.5 电子仪器修理室的装备条件 12

思考与练习 14

第3章 电子仪器维修基本工艺及电路 识图 15

3.1 手工烙铁焊接工艺 15

3.1.1 焊料与焊剂 15

3.1.2 常用焊接工具 17

3.1.3 手工焊接技术 21

3.2 电路图识读能力 25

思考与练习 28

技能训练 声光控节能开关组装 29

第4章 电子元器件与集成电路测量 35

4.1 电阻、电容和电感的检测 35

4.2 二极管、晶体管和晶闸管的检测 40

4.3 集成电路的测试 45

思考与练习 49

技能训练 电子元器件的识别与检测 50

第5章 指针式万用表 52

5.1 MF-47 型普通万用表的结构组成 52

5.2 MF-47 型普通万用表的使用方法 54

5.3 使用 MF-47 型万用表时的注意事项 62

5.4 MF-47 型万用表的使用技巧 63

5.5 MF-47 型万用表的检修 65

思考与练习 70

技能训练 指针式万用表的操作使用 70

第6章 数字万用表 73

6.1 VC9805A + 型数字万用表的结构 组成 73

6.2 VC9805A + 型数字万用表的使用 方法 75

6.3 VC9805A + 型数字万用表使用时的 注意事项 77

6.4 VC9805A + 型数字万用表的使用 技巧 78

6.5 VC9805A + 型数字万用表的检修 79

思考与练习 81

技能训练 数字万用表的操作使用 81

第7章 电子示波器 84

7.1 示波器的结构 85

7.2 单踪示波器的组成及主要技术性能 88

7.3 单踪示波器的工作原理 89

7.4 单踪示波器的基本测量方法 94

7.5 ST16 型单踪示波器面板 95

7.6 ST16 型示波器的使用方法 99

7.7 双踪示波器 103

7.8 双踪示波器面板 106

7.9 UC8040 型双踪示波器的基本操作 108

7.10 双踪示波器测量实例 112

7.11 双踪示波器的检修 116

思考与练习 118

第8章 信号发生器 119

8.1 信号发生器的种类、组成与技术 指标 119

8.1.1 信号发生器的分类 119

8.1.2 信号发生器的基本组成 120

8.1.3 信号发生器的主要技术指标 121

8.2 模拟信号发生器的工作原理 122

8.3 数字合成信号发生器的工作原理 122

8.4 低频信号发生器	123	性能	157
8.4.1 低频信号发生器的组成	123	9.2.2 通用电子计数器的基本组成	157
8.4.2 低频信号发生器的主要性能指标	124	9.2.3 电子计数器的基本原理	159
8.4.3 低频信号发生器的使用要点	124	9.2.4 通用电子计数器的使用	159
8.4.4 低频信号发生器的使用	125	9.2.5 通用电子计数器使用时的注意事项	162
8.5 高频信号发生器	129	9.3 电子计数器的基本测量功能	163
8.5.1 高频信号发生器的组成	129	9.3.1 累加计数	163
8.5.2 调谐信号发生器	130	9.3.2 频率测量	163
8.5.3 合成信号发生器	130	9.4 其他电子计数器的使用	163
8.5.4 高频信号发生器的主要性能指标	133	9.4.1 E-312A 型通用电子计数器的电路组成	163
8.5.5 YB1051 型高频信号发生器的使用方法	133	9.4.2 E-312A 型通用电子计数器的主要技术性能	164
8.5.6 其他类型的高频信号发生器	136	9.4.3 E-312A 型通用电子计数器的面板布局	165
8.6 函数信号发生器	138	9.4.4 测量使用方法	165
8.6.1 函数信号发生器的基本组成与原理	138	思考与练习	166
8.6.2 函数信号发生器的主要性能指标	139	技能训练 电子计数器的测量实例	166
8.6.3 VC1642 系列函数信号发生器的使用	140	第 10 章 交流毫伏表	168
8.6.4 其他函数信号发生器	145	10.1 DF2172 型双路输入交流毫伏表面板介绍	168
8.7 脉冲信号发生器	148	10.2 主要技术性能	168
8.7.1 脉冲信号发生器的分类	149	10.3 基本操作	169
8.7.2 脉冲信号发生器的组成与基本原理	149	10.4 测量实例	169
8.7.3 脉冲信号发生器的主要性能指标	150	10.5 其他类型的交流毫伏表	170
8.8 专用(特殊)信号发生器	150	10.6 交流毫伏表使用时的注意事项	171
8.8.1 任意波形发生器	150	思考与练习	171
8.8.2 电视信号发生器	151	技能训练 交流毫伏表的测量实例	171
8.8.3 信号发生器的选择	151	第 11 章 频率特性测试仪	173
思考与练习	152	11.1 BT-3 型频率特性测试仪面板介绍	173
技能训练 函数信号发生器的使用	152	11.2 主要技术性能	175
第 9 章 频率和时间测量仪器	155	11.3 测量实例	175
9.1 频率计	155	思考与练习	176
9.1.1 DF3380 型频率计面板介绍	155	技能训练 频率特性测试仪的测量实例	176
9.1.2 主要技术性能	156	第 12 章 晶体管特性图示仪	179
9.1.3 基本操作	156	12.1 XJ4810 型晶体管特性图示仪面板功能介绍	179
9.1.4 测量实例	156	12.2 测试前注意事项	181
9.2 通用电子计数器	157	12.3 基本操作步骤	182
9.2.1 通用电子计数器的主要技术性能	157	12.4 测量实例	182
		思考与练习	186

技能训练 晶体管特性图示仪的测量 实例	186	事项	203
第 13 章 数字电桥	188	14.3 数字温度显示调节仪	204
13.1 8501 型 LCR 数字电桥面板介绍	188	14.3.1 主要技术指标	204
13.2 主要技术性能	189	14.3.2 电路组成	204
13.3 基本操作	189	14.3.3 数字温度显示调节仪的电路 原理	205
思考与练习	192	14.3.4 数字温度显示仪表指示部分的 故障检修	206
第 14 章 其他常用仪器仪表	193	14.3.5 时间比例调节电路的工作 原理	207
14.1 钳形电流表	193	14.4 数字电压表	208
14.1.1 钳形电流表结构及工作原理	193	14.4.1 数字电压表的分类及其工作 原理	209
14.1.2 钳形电流表的使用	195	14.4.2 数字电压表的使用	211
14.1.3 钳形电流表使用时的注意 事项	197	14.4.3 PZ26 型数字电压表使用时的 注意事项	212
14.2 绝缘电阻表	198	思考与练习	212
14.2.1 绝缘电阻表的组成及工作 原理	198	技能训练 用钳形电流表测电流	212
14.2.2 绝缘电阻表的结构	198	参考文献	214
14.2.3 绝缘电阻表的使用	200		
14.2.4 绝缘电阻表使用时的注意			

第 1 章 电子测量仪器的基本知识

测量是指为确定被测对象的量值而进行的实验过程。电子测量是测量的一个重要分支，它是指以电子技术作为理论基础，以电子测量设备和仪器为工具，对各种电量进行测量。本章理论性较强，如果读者阅读有一定的困难，可以跳过本章，并不影响后面内容的学习。

1.1 电子测量的内容

用万用表测量市电电压的大小，用示波器测量信号的波形，都属于电子测量的范围，电子测量的范围很广，主要包括以下内容。

1. 基本电量的测量

基本电量的测量包括电压、电流和功率等的测量。

2. 电信号的波形及特征的测量

通过电信号波形的测量可以直观地观察到各种电信号的波形，电信号特征的测量包括各种电信号的幅度、频率、相位、周期和失真度等的测量。

3. 电路元器件参数的测量

电路元器件参数的测量包括电阻、电容、电感以及其他参数（如晶体管的放大倍数、电感的品质因数 Q 值等）的测量。

4. 电路特性的测量

电路特性的测量包括电路的衰减量、增益、灵敏度和通频带等的测量。

1.2 电子电路测量的基本方法

1.2.1 静态测量和动态测量

静态测量和动态测量是根据测量过程中被测量是否随时间变化来区分的。前者是指测量时，被测电路不加输入信号或只加固定电位，如放大器静态工作点的测量；后者是指在测量时，被测电路需加上一定频率和幅度的输入信号，如放大器增益的测量。

1.2.2 直接测量法和间接测量法

1. 直接测量法

使用按已知标准定度的电子仪器，直接进行测量，从而测得其数据的方法，称为直接测量法。例如用电压表测量交流电源电压等。下面举例说明直接测量法的应用，如图 1-1a 所示，如果想知道流过灯泡电流的大小，可以在 B 点将电路断开，再将电流表的两根表笔分别接在断开处的两端，电流流过电流表，电流表就会显示电流的大小。

需要说明的是，直接测量并不意味着就是用直读式仪器进行测量，许多比较式仪器虽然

不一定能直接从仪器刻度盘上获得被测值，但因参与测量的对象就是被测量，所以这种测量仍属直接测量。一般情况下直接测量法的精确度比较高。

2. 间接测量法

使用按照已知标准定度的电子仪器，不直接对被测量进行测量，而对一个或几个与被测量值具有某种函数关系的物理量进行

直接测量，然后通过函数关系计算出被测量值，这种测量方法称为间接测量法。例如，要测量电阻的消耗功率，可以通过直接测量电压、电流或测量电流、电阻，然后根据 $P = UI = I^2 R = U^2 / R$ 求出电阻的功率。下面举例说明间接测量法的应用，如图 1-1b 所示，如果想知道流过灯泡电流的大小，可以用电压表测量电阻 R 两端的电压 U ，然后根据欧姆定律 ($I = U/R$) 就可以求出电流的大小（注：电阻 R 的阻值已知）。

同样是测一个电路的电流大小，可以采用如图 1-1a 所示的直接测量法，也可以采用如图 1-1b 所示的间接测量法，图 1-1a 中的直接测量法可以直接读出被测对象的量值大小，但需要断开电路，而图 1-1b 中的间接测量法不需要断开电路，比较方便，但测量后需要通过欧姆定律进行计算。

直接测量法和间接测量法没有优劣之分，在进行电子测量时，选择哪一种方法要根据实际情况来决定。

有的测量需要直接测量法和间接测量法兼用，称为组合测量法。例如将被测量和另外几个量组成联立方程，通过直接测量这几个量最后求解联立方程，从而得出被测量的大小。

1.2.3 直读测量法和比较测量法

直读测量法是直接从仪器仪表的刻度盘上读出测量结果的方法。如一般用电压表测量电压；利用频率计测量信号的频率等都是直读测量法。这种方法是根据仪器仪表的读数来判断被测量的大小，这种方法简单方便，因而被广泛采用。

比较测量法是在测量过程中，通过被测量与标准直接进行比较而获得测量结果的方法，电桥就是典型的例子，它是利用标准电阻（电容、电感）对被测量进行测量。

1.2.4 测量方法的选择

采用正确的测量方法，可以得到比较精确的测量结果，否则会出现测量数据不准确或错误，甚至损坏测量仪器或损坏被测设备和元件等现象。例如用万用表的 $R \times 1$ 档测量小功率晶体管的发射结电阻时，由于仪表的内阻很小，使晶体管基极注入的电流过大，结果晶体管尚未使用就可能会在测试过程中被损坏。

在选择测量方法时，应首先考虑被测量本身的特性、所处的环境条件、所需要的精确程度以及所具有的测量设备等因素，综合考虑后正确地选择测量方法、测量设备并编制合理的测量程序，才能顺利地得到正确的测量结果。

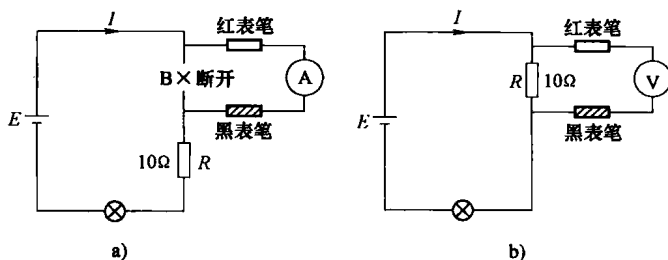


图 1-1 电子测量两种基本的测量方法举例

a) 直接测量法 b) 间接测量法

1.3 电子测量仪器的放置

在电子测量中完成一项电参量的测量，往往需要数台测量仪器及各种辅助设备。例如，要观测负反馈对单级放大器的影响，就需要低频信号发生器、示波器、电子电压表及直流稳压电源等仪器。电子测量仪器的摆放位置、连接方法等是否合理都会对测量过程、测量结果及仪器自身安全产生影响。因此要注意以下两点。

1. 进行测量前应安排好电子测量仪器的位置

放置仪器时，应尽量使仪器的指示电表或显示器与操作者的视线平行，以减少视差；对那些在测量中需频繁操作的仪器，其位置的安排应方便操作者的使用；在测量中当需要两台或多台仪器重叠放置时，应把重量轻、体积小的仪器放在上层；对散热量大的仪器还要注意它的散热条件及对邻近仪器的影响。

2. 电子测量仪器之间的连线

电子测量仪器之间的连线除了稳压电源输出线，其他的信号线要求使用屏蔽导线，而且要尽量短，尽量做到不交叉，以免引起信号的串扰和寄生振荡。例如在图 1-2 所示的仪器布置中，图 1-2a 和图 1-2c 的布置和连线是正确的，图 1-2b 的连线过长，图 1-2d 的连线有交叉，这两种情况都是不妥当的。

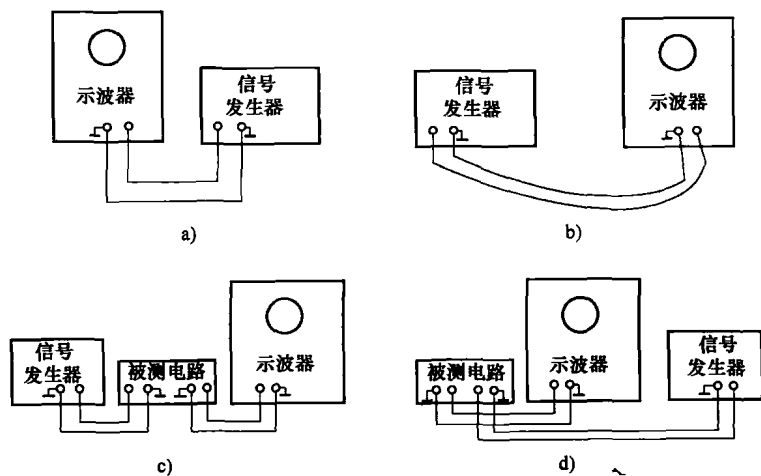


图 1-2 仪器的布置和连线

1.4 电子测量仪器的接地

电子测量仪器的接地有两层意义，一是以保障操作者人身安全为目的的安全接地，二是以保证电子测量仪器正常工作的技术接地。

1. 安全接地

安全接地的“地”是指真正的大地，即实验室大地。大多数电子测量仪器一般都使用 220V 交流电源，而仪器内部的电源变压器的铁心及一次侧、二次侧之间的屏蔽层都直接与

机壳连接，正常时，绝缘电阻一般很大（达 $100\text{M}\Omega$ ），人体接触机壳是安全的；当仪器受潮或电源变压器质量不佳时，绝缘电阻会明显下降，人体接触机壳就可能触电，为了消除隐患，要求接地端良好接地。

2. 技术接地

技术接地是一种防止外界信号串扰的方法。这里所说的“地”，并非大地，而是指等电位点，即测量仪器及被测电路的基准电位点。技术接地一般有一点接地和多点接地两种方式。前者适用于直流或低频电路的测量，即把测量仪器的技术接地点与被测电路的技术接地点连在一起，再与实验室的总地线（大地）相连；多点接地则应用于高频电路的测量。

思考与练习

1. 电子电路测量的基本方法有哪几种？
2. 电子测量仪器的接地有哪几种方法？

第2章 电子仪器维护的基本知识

2.1 概述

电子仪器是泛指一切利用电子学原理进行测量的仪表、仪器、装置、系统和辅助设备,其中常用的有万用表、电子电压表、电子示波器、频率计、阻抗电桥、Q表、调制度测量仪、失真度测量仪、频率特性测试仪、频谱分析仪、信号发生器、晶体管特性图示仪和稳压电源等。随着电子测量技术的发展和电子工业水平的提高,国产电子仪器的品种不断增多,类型也日新月异,并朝着多功能化、数字化、集成化、自动化和系统化的方向发展。

电子仪器具有功能多、量程广、频率宽、精度高、测速快及便于实现遥控遥测等优点,应用换能技术又可将温度、压力、振动、速度等各种非电量,转变为便于观察、记录和测量的电量,因此电子仪器的使用范围,已扩大到几乎所有的科学技术领域和国民经济各部门,成为教学、科研、生产、通信、医疗和国防等方面不可缺少的测量工具。电子仪器是由电阻、电容、电感等元件和电子管、晶体管、集成电路等器件连接成的各种电子线路,以及相应的指示器、显示器、记录器、终端装置组合而成的测量仪器。由于它的电路复杂,结构精巧,定量准确度要求高,并且受温度、湿度、电磁场等环境条件的影响很大,因此,对电子仪器的维护要周到,使用要正确,检修要得法。

如果对电子仪器维护不周到,比如对外表不注意防护,将会积尘玷污,损害油漆镀层,使一台新的仪器很快脱漆生锈,破旧不堪;不注意防潮防热,将会使内部的电源变压器、电路元器件、支架、接线等的绝缘强度下降,因而产生漏电、变值、击穿、烧坏等严重故障。如果对电子仪器使用不当,比如不注意检查工作电压,而将220V交流电源加到电源电压为110V的仪器上,势必发生烧坏仪器的严重事故;操作过快、过猛,将会出现使面板上的旋钮、开关、刻度盘、插口、插头、接线柱等发生松动、滑位、断裂等现象,因而牵动内部的电路,造成断线、短路、接触不良等人为事故。如果检修电子仪器不得法,比如对仪器的故障现象不加以研究分析就瞎摸乱碰,甚至随意变动电路的工作点,势必会出现毛病愈修愈多,终至无法修复;或者不懂得检修的方法,害怕动手而盲目猜测,即使产生故障的原因仅仅是由于个别元器件损坏,个别接点断开,也将束手无策,造成时间上和经济上很大的损失。因此,为了使电子仪器保持良好的备用状况,防止由于使用不当而造成损坏,以及按照科学的方法进行检修,就必须采取维护电子仪器的基本措施,重视使用电子仪器的注意事项,遵循检修电子仪器的一般程序。

在维修电子仪器中,经常要检测其内部的电路参数是否正确,工作波形是否正常,元器件性能是否合格等。因此,单凭万用表、电烙铁和螺钉旋具是很难完成任务的。特别是专门的电子仪器修理部门,更要具备必要的物质条件,即配置一定品种、规格、数量的测试仪器仪表、装修工具、维修器材和参考资料,才能有效地进行工作。

综上所述,要搞好电子仪器的维修工作,应该熟悉和实现维护电子仪器的基本措施、使

用电子仪器的注意事项、检修电子仪器的一般程序和电子仪器修理室的装备条件。本章就这几方面内容，做比较系统的阐述。

2.2 电子仪器维护的基本措施

认真做好电子仪器的日常维护工作，对延长仪器的正常工作寿命、减少仪器的故障、确保安全使用和保证测量准确度等方面，都具有十分重要的作用。维护措施大致可归纳为下列6条。

1. 防尘、去尘

要保证电子仪器处于良好的备用状态，首先应保持其外表的整洁。因此，防尘与去尘是一项最基本的维护措施。

大部分的电子仪器都备有专用的防尘罩，仪器使用完毕后应注意加罩。在使用塑料罩的情况下，最好要等待温度下降后再加罩，以免水汽不易散发出去。如果没有专用的仪器罩，应设法盖好，或将仪器放进柜橱内。玻璃纤维的罩布，对使用者的健康有危害，玻璃纤维进入仪器内不易清除，甚至会引起元器件的接触不良和干涩等问题，因此严禁使用。此外，应禁止将电子仪器无遮盖地长期搁置在水泥地或靠墙的地板上。平时要常用毛刷、干布或沾有绝缘油（如废弃的变压器油）的抹布纱团，将仪器的外表擦拭干净，但不要使用沾水的湿布抹擦，避免水汽进入仪器内部以及防止机壳脱漆生锈。如果发现仪器外壳粘附松香，切忌使用刀口铲刮，应该使用沾有酒精的棉花擦除；如果粘附焊油，应该使用汽油或四氯化碳擦除；如果粘附焊锡，可用刀口小心地剔下来。

对于电子仪器内部的积尘，通常利用检修仪器的机会，使用“皮老虎”或长毛刷吹刷干净。应当指出，在清理仪器内部积尘时，最好不要变动电路元器件与接线的位置，以及避免拔出电子管、石英晶体等插接器件。必要时应事先做好记号，以免复位时插错位置。

2. 防潮、驱潮

电子仪器内部的电源变压器和其他绕线元件（如绕线电阻器、电位器、电感线圈、表头动圈等）的绝缘强度，经常会由于受潮而下降，发生漏电、击穿，甚至霉烂断线，使仪器发生故障，因此，对电子仪器必须采取有效的防潮与驱潮措施。

首先，电子仪器存放的地点，最好选择比较干燥的房间，室内门窗应利于阳光照射、通风良好。在精密仪器内部，或者存放仪器的柜橱里，应放置“硅胶”布袋，以吸收空气中的水分。应定期检查硅胶是否干燥（正常应呈白色半透明颗粒状），如果发现硅胶结块变黄，表明它的吸水功能已经下降，应调换新的硅胶袋，或者把结块的硅胶加热烘干，使它恢复颗粒状继续使用。在新购仪器的木箱内，经常附有存放硅胶的塑料袋，应扯开取出改装布袋后使用。此外，在仪器橱内，也可装置100W左右的灯泡，或者25W左右的红外线灯泡，定期通电驱潮。长期搁置不用的电子仪器，在使用之前应进行排潮烘干。通常可把仪器放置在大容积的恒温箱内，用60℃左右温度加热2~4h。在缺少大容积恒温箱，或者需要大量进行排潮工作时，可使用适当电功率的调压自耦变压器，先将市电交流电源的电压降低到190V左右，使仪器在较低的电源电压下，通电1~2h，然后再将交流电源电压升高至220V额定值，继续通电1~2h。这样同样可起到排潮烘干的效果，否则，受潮的电子仪器在使用

220V 交流电源供电时, 往往会发生内部电源变压器或整流电路跳火、击穿或局部短路等故障现象。

根据气候变化的规律, 控制仪器存放的房间门窗启闭时间, 是一种经济的防潮方法。通常在室内装可换算“相对湿度”的干、湿球温度计。当室内湿度大于 75% 时, 特别是在大雨前后, 应关闭门窗。一般早晨的湿度较大, 不宜过早开窗, 待雾气消失、太阳出来后, 再打开门窗为宜。天气晴朗时, 应敞开门窗通风。有时也可利用阳光驱潮, 但应避免强烈的阳光直接照射。在梅雨季节, 如果室内存放仪器比较集中, 可关闭门窗, 并使用辐射式电炉, 以提高室温, 排除室内潮气。

3. 防热、排热

绝缘材料的介电性能会随着温度的升高而下降, 而电路元器件的参量也会受温度的影响(例如, 碳质电阻和电解电容器等往往由于过热而变值、损坏), 特别是半导体器件的特性, 受温度的影响比较明显, 例如, 晶体管的电流放大系数和集电极穿透电流, 都会随着温度的上升而增大。这些情况将导致电子仪器工作的不稳定, 甚至发生各种故障。因此, 对于仪器的“温升”都有一定的限制, 一般不得超过 40℃; 而仪器的最高工作温度不应超过 65℃, 即以不烫手为限。通常室内温度以保持在 20 ~ 25℃ 最为合适。如果室温超过 35℃, 应采取通风排热等人工降温措施, 也可适当缩短仪器连续工作的时间, 必要时, 应取下机壳盖板, 以利散热。但应特别指出, 要禁止在存放电子仪器的室内, 用洒水或放置冰块的方式来降温, 以免水汽侵蚀仪器而受潮。

许多电子仪器, 特别是消耗电功率较大的仪器设备, 大多在内部装置有小型的排气电风扇, 以辅助通风冷却。对于这类仪器, 应定期检查电风扇的运转情况。如果运转缓慢或干涩停转, 将会导致仪器温升过高而损坏。此外, 还要防止电子仪器长时间受阳光曝晒, 以免使仪器机壳的漆层受热变黄、开裂甚至翘起, 特别是仪器的刻度盘或指示电表, 往往因久晒受热, 而导致刻度漆面开裂或翘起, 造成显示不准确甚至无法使用。所以, 放置或使用电子仪器的场所如有东、西向的窗户, 应装置窗帘, 特别是在炎夏季节, 应注意挂窗帘。

4. 防振、防松

大部分电子仪器的机壳底板上, 都安装有防振用的橡胶垫脚。如果发现橡胶垫脚变形、硬化或者脱落, 应随时调换更新。在搬运或移动仪器时应轻拿轻放, 严禁剧烈振动或者碰撞, 以免损坏仪器的插件和表头等元器件。在检修仪器的过程中, 不应漏装弹簧垫圈、电子管屏蔽罩以及弹簧压片等紧固用的零件, 特别是在搬运笨重仪器之前, 应注意检查仪器上的把手是否牢靠。对于装有塑料或人造革把手的仪器设备, 在搬运的时候应手托底部, 以免把手断裂而摔坏仪器。

在放置电子仪器的桌面上, 不应进行敲击锤打的工作。靠近仪器集中存放的地方, 不应装置或放置振动很大的机电设备, 对仪器的开关、旋钮、刻度盘、接合器等的锁定螺钉、螺母应注意紧固, 必要时可加点清漆, 以免松脱。新仪器开箱启用时, 应注意保存箱内原有的防振器材(如万连纸盒、泡沫塑料匣、塑料气垫、纸筋、木花等), 以备重新装箱搬运时使用。

5. 防腐蚀

电子仪器应避免靠近酸性或碱性物体(诸如蓄电池、石灰桶等)。仪器内部如装有电池, 应定期检查, 以免发生漏液或腐烂。如果长期不用, 应取出电池另行存放。对于附有标

准电池的电子仪器（如数字式直流电压表、补偿式电压表等），在搬运时应防止倒置，装箱搬运时，应取出标准电池另行运送。电子仪器如果需要较长时间的包装存放，应使用凡士林涂擦仪器面板的镀层部件（如钮子开关、面板螺钉、把手、插口、接线柱等）和金属的附配件，并用油纸或蜡纸包封，以免受到腐蚀，使用时，可用干布把涂料抹擦干净。

6. 防漏电

由于电子仪器大都使用市电来供电，因此，防止漏电是一项关系到使用安全的重要维护措施，特别是对于采用双芯电源插头，而仪器的机壳又没有接地的情况，如果仪器内部电源变压器的一次绕组对机壳之间严重漏电，则仪器机壳与地面之间就可能有相当大的交流电压（100~200V）。这样，人手碰触仪器外壳时，就会感到麻，甚至发生触电事故。所以，对于各种电子仪器必须定期检查其漏电程度，即在仪器不插市电交流电源的情况下，把仪器的电源开关扳置于“通”部位，然后用绝缘电阻表（习称兆欧表）检查仪器电源插头对机壳之间的绝缘是否符合要求。根据一般规定，电气用具的最小允许绝缘电阻不得低于500k Ω ，否则应禁止使用，进行检修或处理。如果没有绝缘电阻表，也可在预先采取防电措施的前提下，如带上橡胶手套或站在橡胶垫板上操作，把被测仪器接通市电交流电源，然后使用万用表的250V交流电压档，进行漏电程度的检查，具体做法如图2-1所示，即用万用表表笔之一一接到被测电子仪器的机壳或“地”线接线柱上，而将另一根表笔，碰触双孔电源插座的一端，如果无交流电压指示或者电压指示很小，再将这根表笔调换碰触双孔电源插座的另一端，如图2-1虚线部位所示。此时，如果交流电压指示值大于50V，则表明被测仪器的漏电程度超过允许的安全值，应禁止使用，并进行检修。应当指出，由于仪器内部电源变压器的静电感应的作用，有时电子仪器的机壳对“地”线之间会有相当大的交流感应电压，某些电子仪器的电源变压器一次侧采用了电容平衡式的高频滤波电路，它的机壳对“地”线之间也会有100V左右的交流电压。如果使用普通的验电笔碰触仪器的机壳，笔内的氖管会发亮而指示机壳带电。但是上述机壳电压都没有负载能力，如果使用内阻较小的低量程交流电压表检查，其电压值就会下降到很小。因此，在使用验电笔检测电子仪器的机壳带电情况时，最好再用万用表的交流电压档来进一步检测其负载能力，这样就比较可靠。

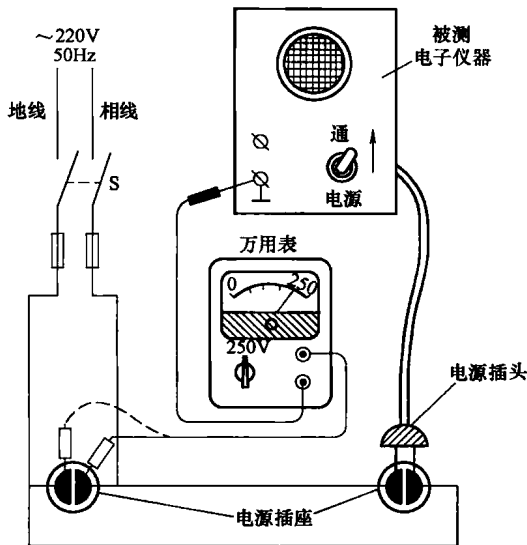


图 2-1 万用表检测仪器漏电的接线图

进行检修。应当指出，由于仪器内部电源变压器的静电感应的作用，有时电子仪器的机壳对“地”线之间会有相当大的交流感应电压，某些电子仪器的电源变压器一次侧采用了电容平衡式的高频滤波电路，它的机壳对“地”线之间也会有100V左右的交流电压。如果使用普通的验电笔碰触仪器的机壳，笔内的氖管会发亮而指示机壳带电。但是上述机壳电压都没有负载能力，如果使用内阻较小的低量程交流电压表检查，其电压值就会下降到很小。因此，在使用验电笔检测电子仪器的机壳带电情况时，最好再用万用表的交流电压档来进一步检测其负载能力，这样就比较可靠。

2.3 电子仪器使用注意事项

电子仪器如果使用不当，很容易发生人为的损坏事故，轻则影响测量工作，重则造成仪器严重损坏。各种电子仪器的说明书上都规定有操作规程和使用方法，必须严格遵循。在使

用电子仪器前后以及在使用过程中，一般都应注意下述事项，以确保安全，防止事故，减少故障。

1. 仪器开机前注意事项

1) 在开机通电前，应检查仪器设备的工作电压跟市电交流电压是否相符；检查仪器设备的电源电压变换装置是否正确地插置在相应电压的部位（通常有110V、127V、220V三种电源电压部位）。有些电子仪器的熔丝管插塞还兼作电源电压的变换装置，应特别注意在调换熔丝管时不能插错位置（如果使用220V电源而误插到110V位置，开机通电时就会烧断熔丝，甚至会损坏仪器内部的电路元器件）。

2) 在开机通电前，应检查仪器面板上各种开关、旋钮、刻度盘、接线柱、插孔等是否松脱或滑位，如果发生这些现象应加以紧固或整位，以防止因此而牵断仪表内部连线，甚至造成开路、短路以及接触不良等人为故障。

仪器面板上“增益”、“输出”、“辉度”、“调制”等旋钮，应依逆时针向左转到底，即旋置于最小部位，防止由于仪器通电后可能出现的冲击而造成损伤或失常。如辉度太强，会使示波管的荧光屏烧毁；增益过大，会使指示电表受到冲击等。在被测量值不便估计的情况下，应把仪器的“衰减”或“量程”选择开关扳置于最大档级，防止仪器过载受损。

3) 在开机通电前，应检查电子仪器的接“地”情况是否良好，这是关系到测量的稳定性、可靠性和人身安全的重要问题，特别是多台电子仪器联用的场合，最好使用金属编织线作为各台仪器的接“地”连线，不要使用实芯或多芯的导线作为接地线，否则，由于杂散电磁场的感应作用，可能引进干扰信号，这对灵敏度较高的电子仪器影响尤大。

2. 仪器开机时注意事项

1) 在开机通电时，应先接通电子仪器上的“低压”开关，待仪器预热5~10min后，再接通“高压”开关，否则可能引起仪器内部整流电路的元器件（整流管或滤波电解电容器等）产生跳火、击穿等故障。对于使用单一电源开关的仪器，开机通电后，也应预热5~10min，待仪器工作稳定后再使用。

2) 在开机通电时，应注意观察仪器的工作情况，即用眼看、耳听、鼻闻来检查仪器是否有不正常的现象。如果发现仪器内部有响声、臭味、冒烟等异常现象，应立即切断电源。在尚未查明原因之前，应禁止再开机通电，以免扩大故障。只用单一电源开关的仪器设备，由于没有“低压”预热的过程，开机通电时可能出现短暂的冲击现象（例如指示电表短暂的冲击，或者偶尔出现一两次声响），可不急于切断电源，待仪器稳定后再依情况而定。

3) 在开机通电时，如发现仪器的熔丝烧断，应调换相同规格的熔丝管后再进行开机通电。如果第二次开机通电又烧断熔丝，应立即检查，不应再调换熔丝管进行第三次通电，更不要随便加大熔丝的规格或者用铜线代替，否则会导致仪器内部故障扩大，甚至会烧坏电源变压器或其他元器件。

4) 对于内部有通风设备的电子测量仪器，在开机通电后，应注意仪器内部电风扇是否运转正常。如发现电风扇有碰片声或旋转缓慢，甚至停转，应立即切断电源进行检修，否则通电时间久了，将会使仪器的工作温度过高，甚至会烧坏电风扇或其他电路元器件（如大功率的晶体管等）。

3. 使用仪器时注意事项

1) 在使用仪器的过程中，对于面板上各种旋钮、开关、刻度盘等的扳动或调节动作，

应缓慢稳妥,不可猛扳猛转。当遇到转动困难时,不能硬扳硬转,以免造成松脱、滑位、断裂等人为故障,此时应切断电源进行检修。仪器通电工作时,应禁止敲打机壳。对于笨重的仪器设备,在通电工作的情况下,不应用力拖动,以免受振损坏。对于输出、输入电缆的插接或取离应握住套管,不应直接拉扯电线,以免拉断内部导线。

2) 对于消耗电功率较大的电子仪器,应避免在使用过程中,切断电源后立即再开机使用,否则可能会引起熔丝烧断。如有必要,应等待仪器冷却 5~10min 后再开机。

3) 信号发生器的输出端,不应直接连到有直流电压的电路上,以免电流注入仪器的低阻抗输入衰减器烧坏衰减器电阻。必要时,应串联一个相应工作电压和适当电容量的耦合电容器后,再连接信号电压到测试电路上。

4) 使用电子仪器进行测试工作时,应先连接“低电位”的端子(即地线),然后再连接“高电位”的端子(如探测器的探针等)。反之,测试完毕应先拆除高电位的端子,然后再拆除低电位的端子,否则会导致仪器过载,甚至损坏指示电表。

4. 仪器使用后注意事项

1) 仪器使用完毕,应先切断“高压”开关,然后切断“低压”开关,否则由于电子管灯丝的余热,可能使电路工作在不正常的条件下,造成意外的故障。

2) 仪器使用完毕,应先切断仪器的电源开关,然后取离电源插头。应禁止只拔掉电源插头而不切断仪器电源开关的简单作法,也应反对只切断电源开关而不取离电源插头的习惯。前一情况使再次使用仪器时,容易忽略开机前的准备工作,而使仪器产生不应有的冲击现象;后一情况可能导致忽略仪器局部电路的电源切断,而使这一部分的电路一直处于通电状态(例如数字频率计的主机电源开关和晶体振荡器部分的电源开关一般都是分别装置的)。

3) 仪器使用完毕,应将使用过程中暂时取离或替换的零部件(如接线柱、插件、探测器、测试笔等)整理并复位,以免散失或错配而影响工作和测量准确度。必要时应将仪器加罩,以免积灰尘。

2.4 检修电子仪器的一般程序

电子仪器使用一定时间以后,或者由于维护和使用不当,仪器内部的电路元器件、分档开关、指示电表、电源变压器等,经常会出现老化、变值、漏电、击穿、开断、烧坏及接触不良等问题,导致仪器性能下降,或者出现各种故障,这就需要及时进行检修。检修电子仪器是一项理论性与实践性均要求较高的技术工作。电子仪器的检修者,既不应单凭经验,也不应纸上谈兵,更不应瞎摸乱碰以图侥幸成功。否则,不但一无所得,反而会使故障越修越复杂。

因此,要搞好电子仪器的检修工作,必须具备一定的电工基础和电子线路的理论知识,懂得常用测试仪表的正确使用与操作方法,了解检查电子仪器故障产生原因的基本方法,并在此基础上遵循科学的工作程序。通常可将电子仪器的检修程序归纳为 9 条,即了解故障情况,观察故障现象,初步表面检查,研究工作原理,拟定测试方案,分析测试结果,查出毛病整修,修后性能检定和填写检修记录。