

万用电表 使用技巧 60例

李保宏 编著



无线电爱好者丛书

- 初学者的向导
- 检修者的参谋
- 用表者的宝典

精
品
系
列



人民邮电出版社
POSTS & TELECOM PRESS

TM 938.12

772

无线电爱好者丛书精品系列

502所图书馆



B0010040

万用电表使用技巧60例

李保宏 编著



人民邮电出版社

万用电表一次量法

1336444

图书在版编目(CIP)数据

万用电表使用技巧 60 例/李保宏编著. —北京: 人民邮电出版社, 2004. 3

(无线电爱好者丛书精品系列)

ISBN 7-115-12123-0

I. 万 ... II. 李 ... III. 复用电表 - 测量方法
IV. TM938.1

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2004)第 003522 号

无线电爱好者丛书精品系列
万用电表使用技巧 60 例

-
- ◆ 编 著 李保宏
责任编辑 刘 朋 唐素荣
- ◆ 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
北京汉魂图文设计有限公司制作
北京隆昌伟业印刷有限公司印刷
新华书店总店北京发行所经销
- ◆ 开本: 787×1092 1/32
印张: 15 插页: 1
字数: 337 千字 2004 年 3 月第 1 版
印数: 1-5 000 册 2004 年 3 月北京第 1 次印刷

ISBN 7-115-12123-0/TN · 2259

定价: 21.00 元

本书如有印装质量问题, 请与本社联系 电话: (010) 67129223



前言

万用电表作为一种袖珍工具备受人们的喜爱,由于它总是与电流、电压、电阻等物理参数密不可分,因此大家对其用法的实践从来没有停止过。由于它的特殊性,科技工作者总是力图赋予它许多新的功能。

现在的万用电表已不是早期意义上的高档仪表,而是普及面很广、使用很方便的一种常规仪表,由于其性能优越、价格合理,一人拥有多台万用电表已不是奢侈。现在很多科技工作者已不满足于手头上有一块(俗语)万用电表,也不满足于使用一种型式的万用电表,而是根据实际需要配置。如模(M)一数(D)组合,有的 1-1 组合,即一块模拟万用电表和一块数字万用电表构成的组合;有的 1-2 组合,即一块模拟万用电表与两块数字万用电表配合使用;有的 2-1 组合,即两块模拟万用电表和一块数字万用电表配合使用;还有的 3-1 组合、2-2 组合或 3-2 组合等,我们称为 M_n-D_n 组合。有条件的还配上示波器及其他仪器等。

本书是根据目前流行家用电器产品及其维修技术,深入分析研究,去粗取精,结合现场维修与教学实践撰写的。本书从不同角度对万用电表使用技术作了进一步论述,展示了作者近期对万用电表使用技术的研究成果。通过阅读本书,读者不仅能掌握万用电表使用技术,同时还能加深对电子元件、电子线路工作原理的理解;不仅能学到简单的测量技术,还可以学到复杂的组合测量技术;不仅能用万用电表检修家用电器,还能

为节约用电做些实际而有意义的事；不仅适合有一定基础的电工、电子技术人员参考，也适合初学者入门学习。

实践出真知，实践长才干，实践是智慧的源泉。要想真正掌握万用电表使用技术，最好也是惟一的办法就是自己动手实践，从测量技术中增长才干。本书注重测量基础知识的训练，注意逻辑思维能力的培养，将模拟万用电表与数字万用电表的使用有机地融为一体，进一步丰富了万用电表的使用知识。

书中所讲万用电表不拘于某种型号，有些内容指明是数字万用电表，有些内容指明是模拟万用电表，有些内容不指明是哪种万用电表，对不指明的，以完成测量任务为主，对使用哪一种万用电表要求并不苛刻。有些内容是有所指，但不直接指出，如选用直流电压 500V 挡，显然是指模拟万用电表，因为三位半数字万用电表没有 500V 量程；又如选用直流 200V 挡，这是指选用三位半(或更高位数的)数字万用电表；而选用 $\geq 250V$ 挡，说明有什么表用什么表。有些地方仅用概念语言，如选用万用电表直流电压挡，那么必须按仪表量程选用的原则选用量程。当你已能自如选用万用电表的各种量程进行测量时，应跳出书中的套路，按自己的现有条件自行变通进行合理的选择。

书中使用了简化语言和表达符号，如选用万用电表电阻挡，有时简略为选用欧姆挡或电阻挡，有时简称为欧姆表。万用电表交流电压挡简称为交流电压表，选用交流电压挡有时表示为选用 ACV 挡。万用电表直流电压挡简称为直流电压表，选用直流电压挡有时表示为选用 DCV 挡等。又如数字万用电表的二极管挡，为了方便表述，不用图形符号而用“DT”挡表示。其次要注意本书电阻挡在使用时，与其他书刊表达方式有所不同，个人可以按本书介绍的方法使用，也可以根据自己

的爱好或习惯选用，但概念不能混淆。

本书在编著过程中，参考了 1998 年以来的《无线电》、《家电维修》、《电子技术》及相关杂志；得到了南京市金陵图书馆、南京图书馆及亲朋好友的支持与帮助，在此一并表示衷心的感谢。

参加本书编写的还有高级工程师吉俊涛、天津大学的李幸呈等。书中图稿由骆嘉妹、奚建伟等协助绘制。

本书作为一种应用科普图书，希望能对广大的无线电爱好者、工程技术人员、家电维修人员及相关专业的师生有所帮助。由于作者水平有限，书中定有纰缪之处，敬请读者批评指正。

作 者



目 录

第 1 章 万用电表基本知识	1
1.1 万用电表的技术特性	1
1.1.1 品种和规格	1
1.1.2 耐震性能	3
1.1.3 线性度	3
1.1.4 灵敏度	4
1.1.5 分辨力与分辨率	6
1.1.6 波形误差	7
1.1.7 频率特性	8
1.1.8 基本误差	9
1.2 万用电表的操作面板	10
1.2.1 插座	10
1.2.2 调零器	11
1.2.3 功能开关与量程开关	11
1.3 模拟万用电表的读数装置	17
1.4 数字万用电表的读数装置	24
1.5 双显万用电表	30
1.6 万用电表的选择	34
1.6.1 了解和比较	34
1.6.2 仪表的外观和价格	35
1.6.3 万用电表质量的简易判断	36

1.7 万用电表使用须知	38
1.7.1 测试准备要充分	39
1.7.2 正确接线	39
1.7.3 安全事项	40
1.7.4 正确选量程, 正确读示值	41
1.7.5 其他注意事项	46
1.7.6 维护与保养	46
第2章 万用电表使用技巧与实例	48
2.1 万用电表电阻挡的使用与改进	48
2.1.1 万用电表电阻挡电路原理	49
2.1.2 万用电表电阻挡的使用	51
2.2 用万用电表检查直流电路故障	56
2.2.1 通路分析与测试	57
2.2.2 断路状态分析与测试	59
2.2.3 短路状态分析与测试	62
2.3 用万用电表测量交流电路部分参数	63
2.3.1 交流电流的测量与计算	64
2.3.2 交流电压的测量与计算	66
2.3.3 万用电表交流电流、交流电压挡的联合使用	68
2.3.4 交流电流、电压挡量程的选用	69
2.4 用万用电表检测电容器	70
2.4.1 电容器测试电路	71
2.4.2 电容器的故障特征与性能判断	73
2.4.3 用万用电表检查电容器的技巧	75
2.5 用万用电表间接测试电容器	77
2.5.1 电容串联分压法	77

2.5.2 阻容分压法	81
2.6 用万用电表测量电感器	84
2.6.1 用交流电压挡测量电感器	84
2.6.2 电流—电压法测量电感器	89
2.7 用数字万用电表测试电感器	91
2.7.1 用数字万用电表电容挡测试电感器原理	91
2.7.2 电感器的测试	92
2.8 数字万用电表 DT 挡及 h_{FE} 插座的使用	94
2.8.1 用 DT 挡测试二极管	94
2.8.2 用 DT 挡测试桥式整流器	95
2.8.3 用 DT 挡测试发光二极管	97
2.8.4 用 DT 挡测试三极管	98
2.8.5 用 DT 挡测试单结晶体管	100
2.8.6 h_{FE} 测试范围的扩展	101
2.9 万用电表 LI 及 LV 刻度的用法	103
2.9.1 LI、LV 刻度的构成	103
2.9.2 LI、LV 刻度的变通	105
2.9.3 LI、LV 刻度的用法	107
2.10 模拟万用电表在路测试	113
2.10.1 单独测试	114
2.10.2 等效测试	115
2.10.3 排他测试	116
2.10.4 测试中的断点选择	117
2.10.5 对比测试	118
2.11 数字万用电表在路测试	120
2.11.1 适配电阻原理	120
2.11.2 适配电阻的选配	122

2.11.3	注意事项	123
2.12	万用电表与示波器的联合使用	124
2.12.1	整流电路中万用电表与示波器的联合使用	124
2.12.2	信号通道中万用电表与示波器的联合使用	125
2.13	用万用电表检修 VCD 电源电路	130
2.13.1	VCD 影碟机电源电路原理	130
2.13.2	VCD 影碟机电源电路的检修	134
2.14	用万用电表检修 VCD 装盘驱动电路	136
2.14.1	装盘驱动电路工作原理	137
2.14.2	装盘驱动电路检修	138
2.15	用万用电表检修 VCD 主轴电机驱动电路	141
2.15.1	主轴电机的驱动控制与伺服控制	142
2.15.2	主轴电机驱动电路	142
2.15.3	主轴电机驱动电路检修	144
2.16	用万用电表检修 VCD 伺服系统	145
2.16.1	VCD 伺服系统	147
2.16.2	VCD 伺服系统的检修	153
2.17	用万用电表检修 CD 机不能读碟故障	156
2.17.1	CD 机简要工作原理	156
2.17.2	CD 机不能读碟的检修	159
2.18	用万用电表检修彩色电视机开关电源电路 (之一)	161
2.18.1	交流输入电路及其测试与分析	162
2.18.2	整流滤波电路及其测试与分析	165
2.18.3	测试开关电源电压参数时的注意事项	166
2.19	用万用电表检修彩色电视机开关电源电路 (之二)	168

2.19.1	彩色电视机开关电源工作原理	169
2.19.2	开关管工作参数的测试与分析	174
2.19.3	开关电源输出端电压的测试与分析	176
2.20	用万用电表检修彩色电视机保护电路	178
2.20.1	过流保护电路及检修	178
2.20.2	过压保护电路及检修	183
2.21	用万用电表检修遥控彩色电视机开/关/待机 电路	189
2.21.1	继电器关机受控电路原理与检修	190
2.21.2	行振电源开/待机控制电路原理与检修	193
2.21.3	开关振荡管开/关机控制方式与检修	197
2.21.4	行频信号开/待机控制方式与检修	199
2.22	用万用电表检修 I ² C 总线控制系统	200
2.22.1	I ² C 总线系统	201
2.22.2	I ² C 总线控制系统的检修	204
2.22.3	检修示例	206
2.23	万用电表在检修显像管时的用法	211
2.23.1	万用电表在激活彩色显像管时的用法	212
2.23.2	测量显像管灯丝电压应当注意的问题	215
2.23.3	灯丝电压的控制	218
2.24	用万用电表检修计算机显示器开关电源	219
2.24.1	自激调宽式开关电源工作原理与检修方法	219
2.24.2	它激调宽式开关电源工作原理与检修方法	223
2.25	用万用电表检修随身听	230
2.26	用万用电表检修电饭煲	240
2.26.1	热敏开关控制方式的工作原理与检修方法	240
2.26.2	多功能电饭煲工作原理与检修方法	243

2.27	用万用电表检修电冰箱电路	246
2.27.1	万宝牌电冰箱工作原理与检修方法	247
2.27.2	上菱牌电冰箱工作原理与检修方法	251
2.28	用万用电表检修电冰箱压缩机	254
2.28.1	压缩机常见故障	254
2.28.2	用万用电表判断电动机绕组故障	255
2.28.3	用万用电表调整电冰箱启动力矩	260
2.29	用万用电表检修微波炉	261
2.29.1	微波炉控制电路工作原理	262
2.29.2	微波炉电路故障检修	264
2.30	用万用电表检修自动电热水瓶	271
2.30.1	自动电热水瓶工作原理	271
2.30.2	自动电热水瓶的检修	274
2.31	用万用电表检修消毒柜	276
2.31.1	消毒柜工作原理	276
2.31.2	消毒柜的检修	278
2.32	用万用电表检修全自动洗衣机	280
2.32.1	全自动洗衣机电路工作原理	280
2.32.2	洗衣机常见故障的检修	283
2.32.3	申花全自动洗衣机的检修	286
2.33	用万用电表检修电话机	288
2.33.1	关键测试点概述	288
2.33.2	按键式电话机振铃电路工作原理与检修	292
2.34	用万用电表检修触摸开关	296
2.34.1	触摸开关电路工作原理	296
2.34.2	触摸开关的检修	302
2.35	用万用电表检修电子镇流器	306

2.35.1	电子镇流器的工作原理	306
2.35.2	电子镇流器的检修	307
2.36	用万用电表检修节能灯	311
2.36.1	节能灯电路工作原理	312
2.36.2	节能灯故障检修	313
2.37	用万用电表检修漏电保护器	314
2.37.1	漏电保护器的工作原理	315
2.37.2	漏电保护器的检修	316
2.38	用万用电表检修电动射钉枪	320
2.38.1	电动射钉枪工作原理	320
2.38.2	电动射钉枪电路的检修	321
2.39	用万用电表检修动力控制电路	322
2.39.1	电压测试法	323
2.39.2	电阻测试法	326
2.40	用万用电表检修电风扇	329
2.40.1	转页扇的电路工作原理与检修	329
2.40.2	遥控电扇的工作原理与检修	332
2.41	用万用电表测试电缆线路故障点	335
2.41.1	电缆或绝缘导线短路故障点的测试	336
2.41.2	电缆或绝缘导线断路故障点的测试	337
2.42	用万用电表测试日光灯电路	338
2.42.1	日光灯电路工作原理	338
2.42.2	日光灯电路基本参数的测试	339
2.43	用万用电表测试三极管静态直流工况	344
2.44	用万用电表测试晶体三极管“四态”	351
2.45	用万用电表检测 VCD 激光头	353
2.45.1	激光器、光敏二极管及激光头光学系统	353

2.45.2	激光头中激光器件和光敏器件的检测	355
2.46	用万用电表测量 PN 结电阻	357
2.46.1	PN 结的特性	357
2.46.2	PN 结电阻的测量	358
2.47	用万用电表检测恒流管	370
2.47.1	恒流管的工作原理	371
2.47.2	恒流管的检测	372
2.48	用万用电表测试结型场效应管	378
2.48.1	结型场效应管的结构和工作原理	378
2.48.2	结型场效应管的检测	380
2.49	用万用电表检测三端集成稳压器	383
2.49.1	三端集成稳压器的工作原理	383
2.49.2	三端集成稳压器的检测	386
2.50	用万用电表检测五端集成稳压器	388
2.50.1	五端集成稳压器的工作原理	389
2.50.2	五端集成稳压器的检测	391
2.51	用万用电表检测红外光电管	393
2.51.1	红外线发射管与红外线接收管	394
2.51.2	红外线管的检测	394
2.52	用万用电表检测光电耦合器	397
2.52.1	光电耦合器的特点及其主要技术参数	397
2.52.2	光电耦合器的检测	401
2.53	用万用电表检测程控单结晶体管	405
2.53.1	程控单结晶体管结构与工作原理	405
2.53.2	程控单结晶体管的检测	406
2.54	用万用电表测试静态继电器	407
2.54.1	静态继电器与电磁继电器的比较	409

2.54.2	静态继电器的检测	410
2.55	用万用电表检查电冰箱电器	417
2.55.1	温控器鉴别	417
2.55.2	过载保护继电器的鉴别	419
2.55.3	启动器的鉴别	420
2.55.4	温敏继电器的鉴别	423
2.55.5	过载熔断器的鉴别	423
2.55.6	时间继电器的鉴别	424
2.55.7	化霜加热器的鉴别	425
2.56	用万用电表检测变频器	425
2.56.1	变频器的组成	425
2.56.2	变频器的检测	426
2.56.3	变频器绝缘的测试	427
2.57	用万用电表校验多芯电缆	431
2.57.1	校线器电路	431
2.57.2	校线准备	432
2.57.3	校线	432
2.58	用万用电表检测兆欧表	435
2.58.1	用数字万用电表直流电压挡内阻作被测电阻	436
2.58.2	用指针式万用电表直流电压挡的内阻作被测电阻	438
2.58.3	数字万用电表直流电压挡与指针式万用电表直流 电压挡内阻联合作被测电阻	440
2.59	用数字万用电表测量毫欧电阻	440
2.59.1	恒流源工作原理	442
2.59.2	放大与衰减电路原理	443
2.59.3	放大与衰减校准	444
2.59.4	注意事项	445

2.60	万用电表使用小经验	446
2.60.1	用纳姆挡测量高阻	446
2.60.2	用数字万用电表判别电源火线	446
2.60.3	用万用电表测试电容器耐压	447
2.60.4	用万用电表判别压电陶瓷片	447
2.60.5	用万用电表测试压敏电阻器	448
2.60.6	简单测试稳压二极管	449
2.60.7	可充电 9V 电源变换电路	451
附录 1	电冰箱压缩机运行绕组和启动绕组直流电阻 值数据表	454
附录 2	DC&AC 静态继电器输入—输出特性参数表	456
附录 3	MF85 型万用电表电路图	457
附录 4	MF105-1 型万用电表电路图	458

第1章

万用电表基本知识

本章主要介绍万用电表的基本知识，内容包括：万用电表的技术特性(近新动态)，常见万用电表操作面板的基本构成方式(6种)，模拟万用电表的读数装置(俗称表头)，数字万用电表的读数装置(液晶显示器)，一表双显功能(模拟指示 + 数字显示)原理以及万用电表的选择和使用须知等。

1.1 万用电表的技术特性

万用电表能成为现代工业和现代家庭必备的工具之一，是由于它具有人们所期望的各种常用测量技术特性，如品种多、规格全；模拟万用表耐震性能好，具有良好的线性度和较高的灵敏度；数字万用表分辨力高，示值直观准确等；双显万用电表既有数字万用电表的特性，又有模拟万用电表的特性，它们两者的结合，满足了测试人员的更高要求。

1.1.1 品种和规格

模拟万用电表新老型号百种有余，规格有大有小，其正面