



电子电工

经典畅销

图书专辑

万用电表 使用技巧与实例

【基础知识完美展现】

实用技能轻松掌握

■ 李保宏 编著

重塑精品，
再造经典！

尽显大师风范



人民邮电出版社
POSTS & TELECOM PRESS

电子电工

经典畅销

图书专辑

万用电表 使用技巧与实例

■ 李保宏 编著

重塑精品
再造经典

尽显大师风范

人民邮电出版社
北京

图书在版编目 (C I P) 数据

万用电表使用技巧与实例 / 李保宏编著. — 北京 : 人民邮电出版社, 2010.6

(电子电工经典畅销图书专辑)

ISBN 978-7-115-22916-8

I. ①万… II. ①李… III. ①复用电表—基本知识
IV. ①TM938.1

中国版本图书馆CIP数据核字(2010)第074372号

电子电工经典畅销图书专辑

万用电表使用技巧与实例

◆ 编 著 李保宏

责任编辑 张兆晋

◆ 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>

北京艺辉印刷有限公司印刷

◆ 开本: 850×1168 1/32

印张: 15

字数: 400千字

印数: 1—4 000册

2010年6月第1版

2010年6月北京第1次印刷

ISBN 978-7-115-22916-8

定价: 29.00元

读者服务热线: (010)67129264 印装质量热线: (010)67129223

反盗版热线: (010)67171154

内 容 提 要

本书共分 3 章，以实例的形式介绍了万用电表的使用技巧以及进行各种测试和检修电路故障的方法，共 100 余例。其中第 1 章介绍了万用电表的基本功能与使用技巧，第 2 章介绍了万用电表的测试方法与技巧，第 3 章介绍了使用万用电表检修电器故障实例。

本书内容通俗易懂，理论与实践紧密联系，适合工程技术人员、家电维修人员和维修电工阅读，也适合中等职业学校相关专业的师生参考。

丛书前言

现代社会，科学技术高速发展，电子技术、电工技术得到了越来越广泛的应用，社会对电子技术、电工技术人才的需求也日益迫切。电子技术和电工技术同属于电类技术，而且是知识性、实践性和专业性都很强的实用技术，学习起来有一定的难度，初学者普遍感到入门难。如何轻轻松松上手，如何学以致用，成为广大初学者最为关注的问题。

人民邮电出版社一直致力于为广大电类技术初学者提供实用的入门读物，出版了大量高品质的图书，其中《无线电爱好者丛书》包括数十个品种，累计发行上千万册；《电工实用线路 300 例》重印了数十次，累计发行 43 万册。这些图书以准确的定位、实用的内容和通俗易懂的表述方式受到了广大读者的青睐，成为同类书中的经典畅销书，影响了一代又一代的电类技术爱好者。

近年来，电类技术基础读物出版量暴增，大量图书充斥市场，使得读者选购起来感到很困惑。为了满足广大初学者“读一本好书、学一门技术”的需求，人民邮电出版社下大力气，组织了一批知名作者，精心策划并出版了这套《电子电工经典畅销图书专辑》。

本专辑图书的策划思想是“重塑精品，再造经典”。我们精选了久经市场考验，深受读者欢迎的作品，根据最新技术的发展，对其进行内容整合、优化完善，既保留这些经典作品的精华，又与时俱进，融入最新的技术，提高图书的科学性和实用性。同时创新图书的表现形式，力争降低读者的阅读难度，轻松引领初学者迈入电类技术的殿堂。希望这批读者“看得懂、学得会”的“精品”读物，再次成为受读者欢迎的经典流传之作。

本专辑图书涉及了电子技术和电工技术基础领域的方方面面，所讲授的内容都是初学者必须掌握的基础知识和基本技能。这些图书具有以下共同的特点。



起点低，适合初学者选用

本专辑图书在内容的编排上遵循初学者的认知规律，由浅入深、循序渐进地讲解知识点，入门级读者也能轻松看懂。

内容实用，可操作性强

本专辑图书注重内容的实用性，强调动手实践能力的培养，读者在阅读后即可学以致用，解决生活中、工作中遇到的实际问题。

图文并茂，通俗易懂

本专辑图书大量采用“图解”的表述风格，以降低初学者的阅读难度，使其真正能够“一看就懂、一学就会”。

希望本专辑图书的出版能对广大初学者学习电类技术和走向就业岗位有所帮助。

前言

万用电表是最基本、最普及的电工和电子测量仪表之一，但真正能将其用好，使其达到“万用”并非易事。对于广大电工、电子类专业的工程技术人员和无线电爱好者来说，了解万用电表的使用常识，掌握利用万用电表来检修故障电路、判断元器件的好坏，是一件具有实际意义的事情。同时，由于它总是与电流、电压、电阻等物理参数的测量密不可分，因此大家对其用法的探索从未停止过，总是力图赋予它更多新的功能。

本书是在深入分析研究目前流行的家用电器产品及其维修技术的基础上，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的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研究的成果。通过阅读本书，读者不仅能掌握万用电表的使用技术，还能加深对电子元器件、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，学会使用万用电表检修家用电器的方法。

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的使用技术，最好的也是唯一的方法就是自己动手实践，在实际测量中提高技能。本书注重基本测量技能的训练，注意逻辑思维能力的培养，将指针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。

书中所讲的万用电表不拘泥于某种型号，有些内容指明是数字万用电表，有些内容指明是指针万用电表，而有些内容不指明是哪种万用电表。对于不指明的，以完成测量任务为主，对使用哪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 200V 挡，这里指的是 $3\frac{1}{2}$ 位（或更高位数的）数字万用电表，而选用 250V 以上挡位时，有什么表用什么表。有些地方仅用概念语言，如选用万



用电表直流电压挡时，必须按仪表量程选用的原则进行选择。如果能自如选用万用电表的各种量程进行测量，应跳出本书的套路，按自己的条件自行变通、合理选择。

书中使用了简化语言和表达符号，如万用电表电阻挡有时简称为欧姆挡或电阻挡，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或 ACV 挡；万用电表直流电压挡简称为直流电压表或 DCV 挡。同时注意本书在介绍万用电表电阻挡的使用方法时，与其他书刊有所不同，读者可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。

在本书编写过程中，参考了 1998 年以来的《无线电》、《家电维修》、《电子技术》及相关杂志，并得到多方面的支持与帮助，在此一并表示衷心的感谢。参加本书编写的还有李幸呈、骆嘉妹、吉俊涛、马慧、奚建伟等。

希望本书的出版能对广大无线电爱好者、家电维修人员、工程技术人员及大中专院校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

万用电表基本功能与使用技巧

1.1 万用电表电阻量程的使用	1
1.1.1 直流电阻测试的作用	4
1.1.2 电阻的单位换算	4
1.1.3 电阻测试接线	4
1.1.4 电阻测试示例	6
1.2 万用电表低阻量程的使用	9
1.2.1 低阻测量原理	9
1.2.2 低阻值专用挡的使用	10
1.3 万用电表直流电压量程的使用	12
1.3.1 直流电压测试的作用	15
1.3.2 直流电压的单位换算	15
1.3.3 直流电压测试接线	15
1.3.4 直流电压测试示例	16
1.4 万用电表交流电压量程的使用	18
1.4.1 交流电压测试的作用	20
1.4.2 交流电压的单位换算	20
1.4.3 交流电压测试接线	21
1.4.4 交流电压测试示例	21
1.5 万用电表一挡两用量程的用法	25
1.5.1 一挡两用量程概述	25
1.5.2 一挡两用量程的使用	28
1.5.3 注意事项	28
1.6 万用电表附件的使用	28
1.6.1 ADP01 温度测量附件的使用	29
1.6.2 ADP02 分流器的使用	29
1.6.3 ADP03 钳形电流传感器的使用	30



1.7 万用电表 LI 及 LV 刻度的用法	30
1.7.1 LI、LV 刻度的构成	30
1.7.2 LI、LV 刻度的变通	31
1.7.3 LI、LV 刻度的用法	33
1.8 万用电表“÷2”量程的使用	39
1.8.1 “÷2”量程的工作原理	39
1.8.2 “÷2”量程的应用电路	40
1.8.3 “÷2”量程的使用	42
1.9 万用电表记录模式的使用	43
1.9.1 当前记录模式	44
1.9.2 最大值/最小值记录模式	45
1.9.3 群值记录模式	47
1.10 万用电表借用挡位的使用	49
1.10.1 电阻挡的借用	49
1.10.2 直流 5mA 挡的借用	51
1.10.3 20mA 挡的借用	53
1.11 万用电表峰—峰值电压挡的使用	55
1.11.1 峰值电压表的工作原理	55
1.11.2 峰—峰值电压挡的使用	56
1.11.3 峰—峰值测试注意事项	58
1.12 万用电表直流量程极性开关的使用	58
1.12.1 极性转换电路的工作原理	59
1.12.2 直流量程极性开关的使用	61
1.13 万用电表电阻量程极性开关的使用	63
1.13.1 直接使用极性开关	63
1.13.2 改变电阻挡表外接线	66
1.13.3 改变表内接线	68
1.14 数字万用电表温度传感器的使用	69
1.14.1 热电偶的分度号	69
1.14.2 K 型热电偶的适用范围	70
1.14.3 K 型热电偶的使用	70
1.15 数字万用电表二极管挡的使用	74
1.15.1 用二极管挡测试二极管	74
1.15.2 用二极管挡测试桥式整流器	75

1.15.3 用二极管挡测试发光二极管	76
1.15.4 用二极管挡测试三极管	77
1.15.5 用二极管挡测试单结晶体管	78

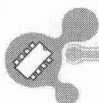
第

2

万用电表测试方法与技巧

章

2.1 用万用电表测量直流电流	80
2.1.1 直流电流测试的作用	83
2.1.2 电流的单位换算	83
2.1.3 直流电流测试接线	83
2.1.4 直流电流测试示例	85
2.1.5 注意事项	87
2.2 用万用电表测量电平值	88
2.2.1 相对电平	88
2.2.2 绝对电平	90
2.2.3 指针万用电表分贝刻度尺的标定	90
2.2.4 分贝的测量	92
2.3 用万用电表直流电流挡测试交流电流	93
2.4 用万用电表直流电流挡测试低值电阻	96
2.5 万用电表交流电流测量附加器	98
2.5.1 单量程交流电流测量附加器	98
2.5.2 多量程交流电流测量附加器	99
2.6 用万用电表直流电压挡测试直流电流	101
2.7 用万用电表直流电压挡测试电阻	102
2.7.1 单表测试法	102
2.7.2 双表测试法	104
2.8 用伏—安法测试电阻	105
2.8.1 双表伏—安测试法	106
2.8.2 单表伏—安测试法	106
2.9 用万用电表测试频率	107
2.10 用万用电表及附加电路测量频率	110



2.11 用数字万用电表测试温度	111
2.12 用万用电表检查直流电路故障	116
2.12.1 通路状态分析与测试	117
2.12.2 断路状态分析与测试	119
2.12.3 短路状态分析与测试	121
2.13 用万用电表测量交流电路部分参数	122
2.13.1 交流电流的测量与计算	123
2.13.2 交流电压的测量与计算	125
2.13.3 万用电表交流电流、交流电压挡的联合使用	127
2.13.4 万用电表交流电流、电压挡量程的选用	128
2.14 用交流 100V 挡测试高压	128
2.14.1 电压互感器的工作原理	129
2.14.2 万用电表的 ACV 100V 量程	130
2.14.3 高压测量示例	132
2.14.4 八项注意	133
2.15 用交流 5A 挡测试电流	133
2.15.1 电流互感器的工作原理和参数	134
2.15.2 万用电表的交流电流量程	135
2.15.3 大电流测量示例	137
2.15.4 注意事项	139
2.16 用万用电表测试相对值	140
2.16.1 相对值测试的含义	140
2.16.2 相对值的测试	141
2.17 用数字万用电表测试真有效值	142
2.17.1 真有效值万用电表	143
2.17.2 总有效值的测量	145
2.17.3 其他波形真有效值的测量	145
2.18 用万用电表测试峰值电压	148
2.18.1 峰值测量电路工作原理	148
2.18.2 峰值测量应用电路	150
2.18.3 峰值检波附加器的使用方法	151
2.19 用万用电表测试电源内阻	151
2.19.1 电流表测量法	152
2.19.2 电压表测量法	153

2.20	用直流微安挡测试三相电路的功率因数	154
2.20.1	三相变换功率因数表的电路构成	155
2.20.2	三相变换功率因数表的试验方法	155
2.20.3	三相变换功率因数表的工作原理	156
2.20.4	三相变换功率因数表应用说明	157
2.21	用万用电表判别门电路的输入/输出	157
2.21.1	电流判别法	158
2.21.2	电压判别法	159
2.21.3	电阻判别法	159
2.22	用万用电表测试白炽灯钨丝热电阻	159
2.23	用万用电表测试压敏电阻器	160
2.23.1	压敏电阻器的结构与特性	160
2.23.2	压敏电阻器的应用	162
2.23.3	压敏电阻器的检测	163
2.24	用万用电表简易测试行输出变压器	164
2.24.1	信号发生器	164
2.24.2	比较测试	165
2.24.3	加电容器测试	166
2.25	用万用电表测试晶闸管	167
2.25.1	单向晶闸管的测试	167
2.25.2	双向晶闸管的测试	171
2.26	用万用电表直流电流挡测试 h_{FE} 参数	173
2.27	用万用电表测试 LED 数码管	175
2.27.1	段性能测试	176
2.27.2	全亮工作电流测试	177
2.28	用万用电表测试 VMOS 功率管	178
2.28.1	P 沟道 VMOS 功率管的测试	178
2.28.2	N 沟道 VMOS 功率管的测试	179
2.29	用万用电表测量 PN 结电阻	180
2.29.1	PN 结的特性	180
2.29.2	PN 结电阻的测量	181
2.30	用万用电表间接测试电容器	191
2.30.1	电容串联分压法	192
2.30.2	阻容分压法	195



2.31 用万用电表测量电感器	197
2.31.1 用交流电压挡测量电感器	198
2.31.2 用电流—电压法测量电感器	201
2.32 用万用电表检测电容器	203
2.32.1 电容器测试电路	203
2.32.2 电容器的故障特征与性能判断	205
2.32.3 用万用电表检查电容器的技巧	207
2.33 用万用电表电阻挡判断晶体三极管的引脚与类型	208
2.33.1 晶体管基极的判断	209
2.33.2 晶体管集电极和发射极的判断	209
2.33.3 晶体管类型的判别	211
2.34 用万用电表二极管挡判断晶体三极管的引脚与类型	214
2.34.1 晶体管基极的判断	214
2.34.2 晶体管集电极和发射极的判断	215
2.34.3 晶体管类型的判别	216
2.35 用万用电表“ h_{FE} ”插座测试晶体三极管反向截止电流	218
2.35.1 I_{CEO} 的测试	219
2.35.2 I_{EBO} 的测试	220
2.35.3 I_{CBO} 的测试	221
2.36 用万用电表直流电流挡测试晶体三极管反向截止电流	221
2.36.1 集电极—基极反向电流 I_{CBO} 的测试	222
2.36.2 集电极—发射极反向电流 I_{CEO} 的测试	222
2.36.3 发射极—基极反向电流 I_{EBO} 的测试	223
2.37 用万用电表电阻挡测试晶体三极管反向截止电流	224
2.37.1 集电极—基极反向电流 I_{CBO} 的测试	224
2.37.2 集电极—发射极反向电流 I_{CEO} 的测试	224
2.37.3 发射极—基极反向电流 I_{EBO} 的测试	225
2.38 万用电表 h_{FE} 测试范围的扩展	226
2.39 用万用电表欧姆挡和直流电流挡组合测试 h_{FE} 参数	227
2.40 用万用电表检测晶体管放大电路静态参数	228
2.40.1 电源电压 U_E 的测量与分析	229
2.40.2 集电极电压 U_C 的测量与分析	229
2.40.3 基极电压 U_B 的测量与分析	231
2.40.4 发射极电压 U_E 的测量与分析	231

2.40.5	发射极—基极电压 U_{be} 的测量与分析	232
2.40.6	基极—发射极电压 U_{ce} 的测量与分析	233
2.41	用万用电表测试静态继电器	233
2.41.1	静态继电器与电磁继电器的比较	234
2.41.2	静态继电器的检测	236
2.42	用万用电表检测变频器	241
2.42.1	变频器的组成	241
2.42.2	变频器的检测	242
2.42.3	变频器绝缘性能的测试	243
2.43	用万用电表检测光电耦合器	246
2.43.1	光电耦合器的特点及其主要技术参数	246
2.43.2	光电耦合器的检测	251
2.44	用万用电表测试霍尔集成电路	254
2.44.1	线性输出霍尔集成电路	254
2.44.2	开关型霍尔集成电路	255
2.44.3	霍尔集成电路的测试	255
2.44.4	注意事项	256
2.45	用万用电表检测电冰箱电气部件	256
2.45.1	温控器的检测	256
2.45.2	过载保护继电器的检测	258
2.45.3	启动器的检测	259
2.45.4	温敏继电器的检测	262
2.45.5	过载熔断器的检测	262
2.45.6	时间继电器的检测	262
2.45.7	化霜加热器的检测	263
2.46	用万用电表测试电动自行车蓄电池和无刷电机相角	264
2.46.1	用万用电表测试蓄电池	264
2.46.2	用万用电表测试电机相角	266
2.47	用万用电表检测兆欧表	267
2.47.1	用数字万用电表直流电压挡的内阻作被测电阻	268
2.47.2	用指针万用电表直流电压挡的内阻作被测电阻	270
2.47.3	用数字万用电表直流电压挡与指针万用电表直流电压挡内阻联合作 被测电阻	271
2.48	用万用电表判别设备外壳带电	272



2.48.1	感应判别法	272
2.48.2	电压判别法	273
2.49	用万用电表判别交流电源相线	274
2.49.1	用指针万用电表判别相线	274
2.49.2	用数字万用电表判别相线	276
2.50	用万用电表测试晶体三极管“四态”	278
2.50.1	三极管截止状态的测试	279
2.50.2	三极管放大状态的测试	279
2.50.3	三极管饱和状态的测试	279
2.50.4	三极管起始状态的测试	279
2.51	用万用电表判断晶体管振荡状态	280
2.52	数字万用电表与计算机的连接	281
2.52.1	RS-232 标准串行接口	282
2.52.2	RS-232C 标准接口	283
2.52.3	RS-422 标准接口	284
2.52.4	RS-485 标准接口	285
2.52.5	ATC-105 光电隔离接口转换器	286
2.52.6	接口的安装设置及应用	288
2.52.7	通信连接	288
2.53	指针万用电表在路测试	291
2.53.1	单独测试	291
2.53.2	等效测试	292
2.53.3	排他测试	293
2.53.4	测试中的断点选择	294
2.53.5	对比测试	295
2.54	数字万用电表在路测试	296
2.54.1	适配电阻原理	296
2.54.2	适配电阻的选配	297
2.54.3	注意事项	298
2.55	万用电表与示波器的联合使用	299
2.55.1	整流电路中万用电表与示波器的联合使用	299
2.55.2	信号通道中万用电表与示波器的联合使用	300
2.56	万用电表测试障碍的判断与处理	304
2.56.1	测试线的检查	304

2.56.2 接触不良的检查	305
2.56.3 量程复查	305
2.56.4 接线检查	306
2.56.5 被测件的原始状态观察	306

第

3

使用万用电表检修电器故障实例

章

3.1 用万用电表检测电动自行车电机故障	307
3.1.1 无刷电机性能测试	307
3.1.2 有刷电机故障检测	309
3.2 用万用电表测试日光灯电路	310
3.2.1 日光灯电路的工作原理	310
3.2.2 日光灯电路基本参数的测试	311
3.3 用万用电表检修电子镇流器	314
3.3.1 电子镇流器的工作原理	315
3.3.2 电子镇流器的检修	316
3.4 用万用电表检修触摸开关	319
3.4.1 触摸开关电路的工作原理	319
3.4.2 触摸开关的检修	324
3.5 用万用电表检修节能灯	326
3.5.1 节能灯电路的工作原理	326
3.5.2 节能灯故障检修	327
3.6 用万用电表检修电风扇	328
3.6.1 转页扇电路的工作原理与检修	328
3.6.2 遥控电扇的工作原理与检修	330
3.7 用万用电表检修吊扇	333
3.8 用万用电表检修自动电热开水器	335
3.8.1 自动电热开水器的工作原理	335
3.8.2 自动电热开水器的检修	337
3.9 用万用电表检修电动三轮车	338
3.9.1 电路工作原理	338