

BIANXILIEBIANYONG

电子电工技术 边学边用 丛书



万用表检修 边学边用

王学屯 主编

1 名家带你轻松入门

2 基础知识完全理解

3 实用技能完全掌握

4 易看易懂易学易用

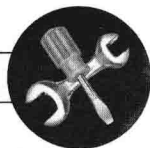


化学工业出版社



BIANXUEBIANYONG

电子电工技术/边学边用/丛书



万用表检修 边学边用

»» 王学屯 主编



化学工业出版社

· 北京 ·

本书采用图文并茂、步步图解的方式对万用表的结构原理、使用方法、检修技巧等进行了详细的讲解,主要包括万用表测量应具备的基础知识、指针式万用表的工作原理、MF500 型指针式万用表、MF47 型指针式万用表、数字式万用表、钳形电流表、万用表的修理、万用表电阻法实战测量、万用表电压法电流法和其他方法实战测量、用万用表检修家电、怎样选购万用表等内容。附录中还提供了一些万用表的常用资料及电路图,方便读者查阅及参考。

本书内容实用性强,注重实际技能的培养,易学易懂易用,非常适合电工电子技术初学者、爱好者、初中级从业人员阅读使用,也可用作职业院校、大中专院校、培训学校相关专业的教材及参考书。

图书在版编目(CIP)数据

万用表检修边学边用/王学屯主编. —北京:化学工业出版社, 2015.3

电子电工技术边学边用丛书

ISBN 978-7-122-22771-3

I. ①万… II. ①王… III. ①复用电表-检修
IV. ①TM938.107

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2015) 第 008718 号

责任编辑: 要利娜

装帧设计: 刘丽华

责任校对: 王 静

出版发行: 化学工业出版社(北京市东城区青年湖南街 13 号 邮政编码 100011)

印 装: 北京云浩印刷有限责任公司

850mm×1168mm 1/32 印张 8 $\frac{3}{4}$ 字数 233 千字

2015 年 5 月北京第 1 版第 1 次印刷

购书咨询: 010-64518888 (传真: 010-64519686) 售后服务: 010-64518899

网 址: <http://www.cip.com.cn>

凡购买本书, 如有缺损质量问题, 本社销售中心负责调换。

定 价: 28.00 元

版权所有 违者必究

本书为“电子电工技术边学边用丛书”之一。本系列不求高、大、全，但求精、细、美，即在章节选材上要“经典、精炼”；在内容上要“细致入微”，尽量贴近初学者；例举图片要“精美”，让读者不光是读图，更是对图片的一种欣赏。

本书根据万用表使用的特点，结合技能要求有针对性地展开讲解。本书共分 11 章，主要内容如下。

第 1 章 万用表测量应具备的基础知识，主要介绍测量的基本方法、数据的处理、误差分析与消除、万用表的使用及维护常识、万用表的分类等。

第 2 章 指针式万用表的工作原理，主要介绍指针式万用表的结构特点、工作原理及表头等。

第 3 章 MF500 型指针式万用表，主要介绍 MF500 型指针式万用表的结构、工作原理及挡位的选择与转换等。

第 4 章 MF47 型指针式万用表，主要介绍 MF47 型指针式万用表的结构、标度尺的读法、正确的测量方法等。

第 5 章 数字式万用表，主要介绍数字万用表的特点、外形结构、工作原理、保护电路、基本使用方法及使用注意事项等。

第 6 章 钳形电流表，主要介绍钳形电流表的工作原理、正确使用方法及利用钳形电流表检查低压线路漏电和窃电等。

第 7 章 万用表的修理，主要介绍指针式万用表的修理、指针式万用表测量电路的调整、数字式万用表的调试以及万用表的维修、加装、改装经验等。

第 8 章 万用表电阻法实战测量，主要介绍电阻法测量电子元器件、电阻法测量集成电路、电阻法检查断路电路、电阻

法检测电气控制线路故障等。

第9章 万用表电压法、电流法和其他方法实战测量，主要介绍直流电压法测量电路、交流电压法测量电路、电流法和其他方法的测量等。

第10章 用万用表检修家电，主要介绍串联型稳压电源的工作原理与维修、开关型稳压电源的工作原理与维修、挂烫机的工作原理及维修、电热褥的工作原理及维修、音响功放电路原理及维修、电子调光灯原理及维修、电饭锅工作原理及维修等。

第11章 怎样选购万用表，主要介绍指针式万用表和数字式万用表的选购方法等。

本书适合电工电子技术初学者、爱好者及初、中级从业人员自学使用，也可用作职业院校及相关技能培训机构的培训教材。

本书由王学屯主编，参加编写的还有王昱敏、潘晓贝、高鲜梅、孙文波、王米米、刘军朝、王江南、张颖颖、张建波、赵广建、王学道、王琼琼、段朝伟等。同时，在本书的编写过程中参考了大量的文献和书籍，书后只列出了一部分，在此，对这些文献和书籍的作者深表感谢！

由于笔者水平有限，且时间仓促，本书难免有不妥之处，恳请各位读者批评指正，以便日臻完善，在此表示感谢。

编 者

第1章 万用表测量应具备的基础知识

1

- 1.1 常用电学国际单位制 1
- 1.2 测量的基本方法 4
- 1.3 数据的处理 5
 - 1.3.1 数据的显示 5
 - 1.3.2 数据的表示 6
- 1.4 误差分析与消除 7
- 1.5 万用表使用、维护常识 10
 - 1.5.1 万用表使用常识及注意事项 10
 - 1.5.2 万用表维护常识 11
- 1.6 万用表的分类 12
- 1.7 万用表的常用符号及含义 14

第2章 指针式万用表的工作原理

16

- 2.1 指针式万用表的结构 16
- 2.2 指针式万用表的特点 17
- 2.3 指针式万用表的工作原理 18
 - 2.3.1 直流电流测量原理 18
 - 2.3.2 直流电压测量原理 20
 - 2.3.3 交流电流测量原理 20
 - 2.3.4 交流电压测量原理 22
 - 2.3.5 电阻测量原理 23
 - 2.3.6 音频电平测量原理 24
 - 2.3.7 电容和电感测量原理 26

2.3.8	放大倍数测量原理	26
2.3.9	低阻量程测量原理	28
2.4	指针式表头	29
2.4.1	指针式表头的组成	29
2.4.2	指针式表头的工作原理	32

第3章 MF500型指针式万用表

33

3.1	MF500 型指针式万用表的结构	33
3.2	MF500-F 型指针式万用表的工作原理	36
3.3	挡位的选择与转换	38

第4章 MF47型指针式万用表

39

4.1	MF47 型指针式万用表的结构	39
4.2	MF47 型指针式万用表标度尺读法	42
4.3	MF47 型指针式万用表的正确使用	43
4.3.1	测量电阻的方法	43
4.3.2	测量直流电压的方法	44
4.3.3	测量交流电压的方法	45
4.3.4	测量直流电流的方法	46

第5章 数字式万用表

47

5.1	数字万用表简介	47
5.2	数字万用表的特点	50
5.3	数字万用表的外形结构	53
5.4	数字式万用表的工作原理	59
5.4.1	数字式万用表的基本构成	59
5.4.2	数字式万用表的工作原理	62
5.4.3	直流电压测量电路工作原理	69
5.4.4	直流电流测量电路工作原理	69
5.4.5	交流电压测量电路工作原理	71

5.4.6	电阻测量电路工作原理	72
5.4.7	三极管 h_{FE} 测量电路工作原理	73
5.4.8	电容测量电路工作原理	74
5.4.9	二极管测量工作原理	75
5.4.10	三极管测量工作原理	76
5.5	数字式万用表的保护电路	76
5.5.1	电流挡位保护电路	77
5.5.2	电压挡位保护电路	77
5.5.3	电阻挡位保护电路	77
5.5.4	二极管挡位保护电路	79
5.5.5	电容挡位保护电路	79
5.5.6	频率挡位保护电路	80
5.6	数字式万用表的基本使用方法	80
5.7	数字式万用表使用前的注意事项	87
5.8	数字式万用表常用文字符号	88

第6章 钳形电流表

90

6.1	钳形电流表简介	90
6.2	钳形电流表的工作原理	91
6.3	钳形电流表的正确使用	92
6.4	钳形电流表检查低压线路漏电和窃电	94

第7章 万用表的修理

97

7.1	指针式万用表的修理	97
7.1.1	指针式万用表的检修程序	97
7.1.2	表头的修理与调试	99
7.2	指针式万用表测量电路的调整	101
7.2.1	直流电流测量电路的调整	101
7.2.2	直流电压测量电路的调整	103

7.2.3	交流电流测量电路的调整	105
7.2.4	交流电压测量电路的调整	107
7.2.5	电阻测量电路的调整	109
7.3	数字式万用表的调试	111
7.3.1	调试的先后顺序	111
7.3.2	零点调试	111
7.3.3	直流电压挡的调试	112
7.3.4	交流电压挡的调试	113
7.3.5	直流电流挡的调试	113
7.3.6	交流电流挡的调试	115
7.3.7	电阻挡的调试	115
7.3.8	200MH 高阻挡的调试	115
7.3.9	电容挡的调试	116
7.3.10	频率挡的调试	116
7.3.11	温度挡的调试	116
7.3.12	电导挡的调试	117
7.3.13	逻辑测试挡的调试	118
7.3.14	信号发生器挡的调试	118
7.3.15	二极管及蜂鸣器挡的调试	118
7.3.16	其他挡的调试	118
7.4	维修、加装、改装经验	120
7.4.1	MF47 型万用表维修经验	120
7.4.2	指针式万用表常见故障分析与维修	121
7.4.3	仿 MF47F 型万用表增加红外线检测功能	127
7.4.4	DT890C+ 型数字万用表维修经验	128
7.4.5	数字式万用表常见故障的维修	129
7.4.6	表笔增加鳄鱼夹和探针	130
7.4.7	数字式万用表维修案例	131

8.1 电阻法测量电子元器件	133
8.1.1 指针式万用表电阻挡测量电阻的操作步骤	133
8.1.2 热敏电阻等几种特殊电阻的测量	138
8.1.3 电位器的检测	140
8.1.4 数字式万用表测量电阻	141
8.1.5 万用表检测电容器	141
8.1.6 万用表检测电感、变压器	144
8.1.7 万用表检测二极管	146
8.1.8 万用表检测整流桥	148
8.1.9 万用表检测稳压二极管	150
8.1.10 万用表检测发光二极管	150
8.1.11 万用表检测三色变色发光二极管	152
8.1.12 万用表检测闪烁发光二极管	153
8.1.13 万用表检测变容二极管	154
8.1.14 万用表检测普通三极管	155
8.1.15 万用表检测带阻三极管	160
8.1.16 万用表检测带阻尼三极管	160
8.1.17 万用表检测达林顿管	161
8.1.18 三极管放大倍数的检测	162
8.1.19 万用表检测场效应管	164
8.1.20 万用表检测普通晶闸管	164
8.1.21 万用表检测扬声器、耳机	168
8.1.22 万用表检测蜂鸣器	169
8.1.23 万用表检测话筒	170
8.1.24 万用表检测继电器	172
8.1.25 万用表检测 LED	175
8.1.26 万用表检测霍尔元件	177

8.2	电阻法测量集成电路	178
8.2.1	电阻法裸式测量集成电路	179
8.2.2	电阻法在机测量集成电路	180
8.3	万用表电阻法检查断路电路	181
8.4	电阻法检测电气控制线路故障	182
8.4.1	电阻分阶测量法	182
8.4.2	电阻分段测量法	182
8.5	用电阻挡位作检修的干扰信号源	184
8.6	电阻低阻值专用挡位的使用方法	184

第9章 万用表电压法、电流法和其他方法

实战测量

187

9.1	直流电压法测量电路	187
9.1.1	直流电压、电位的实战测量	187
9.1.2	直流电压法测量电路故障	189
9.1.3	直流电压法测量晶体管电路	190
9.1.4	直流电压法测量压电陶瓷片	195
9.2	交流电压法测量电路	196
9.2.1	交流电压法检测电气控制线路故障	196
9.2.2	用数字万用表判断电源火线的位置	197
9.2.3	用数字万用表判断电源线断芯的位置	198
9.2.4	用数字万用表电压挡判断电路或元器件 是否带电	198
9.2.5	MF47 型万用表附加变压器测量电容	198
9.2.6	MF47 型万用表附加变压器测量电感	199
9.2.7	用电压挡测量家用电器的绝缘电阻	200
9.3	电流法测量电路	201
9.3.1	直流电流法测量电路	201
9.3.2	交流电流法测量电路	204

9.4 其他方法	207
9.4.1 利用数字式万用表检测压电陶瓷片	207
9.4.2 万用表 LI 和 LV 刻度线的使用	208
9.4.3 万用表检修放大电路	209
9.4.4 音频电平测量	212

第10章 用万用表检修家电

214

10.1 串联型稳压电源的工作原理与维修	214
10.1.1 串联型稳压电源的工作原理	214
10.1.2 0~12V 可调稳压电源的维修	216
10.1.3 电磁炉电源电路的维修	216
10.2 开关型稳压电源的工作原理与维修	220
10.2.1 开关型稳压电源分类及组成	220
10.2.2 九阳电磁炉开关电源电路原理及维修	222
10.3 挂烫机工作原理及维修	224
10.3.1 挂烫机的结构、工作原理	224
10.3.2 挂烫机维修方法及技巧	225
10.4 电热褥工作原理及维修	228
10.4.1 电热褥工作原理	228
10.4.2 电热褥的维修	229
10.5 音响功放电路原理及维修	234
10.5.1 音响功放电路原理	234
10.5.2 音响功放电路的维修	236
10.6 电子调光灯原理及维修	238
10.6.1 电子调光灯原理	238
10.6.2 电子调光灯的维修	239
10.7 电饭锅工作原理及维修	240
10.7.1 自动保温式电饭锅整机结构	240
10.7.2 电饭锅工作原理	243

10.7.3	电饭锅的拆卸	244
10.7.4	机械式电饭锅(煲)常见故障检修	247

第11章 怎样选购万用表 251

11.1	选择指针式还是数字式万用表	251
11.2	指针式万用表的选用	252
11.3	数字式万用表的选用	256

附录 常用资料及万用表电路图 258

附录1	几种常用A/D芯片的引脚功能及参考电阻值 ...	258
附录2	万用表电路原理图	260

参考文献 268

万用表测量应具备的基础知识

本章介绍一些万用表测量应具备的基础知识，主要包括常用电学国际单位制、测量的基本方法、数据的处理、误差分析与消除、万用表的分类和万用表使用、维护常识等。

1.1 常用电学国际单位制



为了表示某物理量的数量，必须有与该物理量相同种类的比较基准，这个基准量称为单位。求取某物理量是基准单位的多少倍的操作称为测量，完成这种操作的装置是测量器具，就是通常所说的仪器、仪表或工具。

由于同一物理量有许多单位，如长度的单位有：公里、千米、米、分米、厘米、毫米等，为便于研究各物理量，国际计量委员会对各物理量进行了统一的制定，即国际单位制（SI制）。

国际单位制有7个基本单位、2个辅助单位，其余各物理量都是由基本单位导出的，如表1-1所示。表1-2列出国际单位制的十进制倍数和分数的词头。电工电子常用的测量单位符号如表1-3所示。

表 1-1 国际单位制 (SI 制)

(a) 基本单位

量的名称	量的符号	单位名称	单位符号	备 注
长度	L	米	m	
质量	m	千克	kg	
时间	t	秒	s	
电流	I	安[培]	A	在交流电技术中,用 i 表示电流的瞬时值
温度	T	开[尔文]	K	
发光强度	I	坎[德拉]	cd	
物质的量	n	摩[尔]	mol	

(b) 辅助单位

量的名称	量的符号	单位名称	单位符号
平面角	$\alpha, \beta, \nu, \theta, \Phi$	弧度	rad
立体角	Ω	球面度	sr

(c) 导出单位

量的名称	量的符号	单位名称	单位符号
电荷量	Q	库[仑]	C
电容	C	法[拉]	F
电感	L	亨[利]	H
电位	V	伏[特]	V
电位差,电压	U	伏[特]	V
电阻	R	欧[姆]	Ω
能量(功/热)	W	焦[耳]	J
力	F	牛[顿]	N
频率	f	赫[兹]	Hz
照度	E	勒[克斯]	Lx
光通量	Q	流[明]	lm
磁通量	Φ	韦[伯]	Wb
磁通密度	B	特[斯拉]	T
功率	P	瓦[特]	W
压力	P	帕[斯卡]	Pa

表 1-2 国际单位制的十进制倍数和分数的词头

倍数因数	词头	中文	符号
10^{12}	tera	太	T
10^9	gega	吉	G
10^6	mega	兆	M
10^3	kilo	千	k
10^2	hecto	百	h
10^1	deka	十	da
10^{-1}	deci	分	d
10^{-2}	centi	厘	C
10^{-3}	milli	毫	m
10^{-6}	micro	微	μ
10^{-9}	nano	纳	n
10^{-12}	pico	皮	P
10^{-15}	femto	飞	F
10^{-18}	anno	阿	a

例如，电阻的单位为欧姆，简称欧，用 Ω 表示，计算公式为电阻(Ω)=电压(V)/电流(A)，常用其他倍数为 $1\text{M}\Omega=10^3\text{k}\Omega=10^6\Omega$ 。

表 1-3 常用的测量单位符号

物理量	单位名称	单位符号	物理量	单位名称	单位符号
电流	千安	kA	无功功率	兆乏	MVar
	安[培]	A		千乏	kVar
	毫安	mA		乏[尔]	Var
	微安	μA	频率	兆赫	MHz
电压	千伏	kV		千赫	kHz
	伏	V		赫[兹]	Hz
	毫伏	mV	电阻	兆欧	M Ω
	微伏	μV		千欧	k Ω
				欧[姆]	Ω

续表

物理量	单位名称	单位符号	物理量	单位名称	单位符号
功率	兆瓦	MW	电阻	毫欧	mΩ
	千瓦	kW		法拉	F
	瓦[特]	W		毫法	mF
周期	秒	s	电容	微法	μF
	毫秒	ms		纳法	nF
	微秒	μs		皮法	pF
	纳秒	ns	电感	亨[利]	H
				毫亨	mH
				微亨	μH

1.2 测量的基本方法



对一个电量的测量可通过不同的方法来实现，每种方法既有优点又有缺点，因此测量时需采取适合测量目的的方法，使测量结果可信度和准确度提高。电工电子测量有以下三种常用测量方法。

(1) 直接测量法

由测量仪表直接获得被测量值的方法，叫直接测量法。例如，用万用表测电压值、电流值、电阻值等。

(2) 间接测量法

测量结果需经过计算求取被测量的方法，叫间接测量法。

(3) 比较测量法

测量时先测出与被测量有关的电量，然后通过计算求得被测量数值的方法，叫比较测量法。

下面以电阻测量为例，对前两种测量方法加以具体说明，电桥测量电阻就是比较测量法。

用万用表的欧姆挡测量电阻值时，其数值可在万用表的刻度盘