

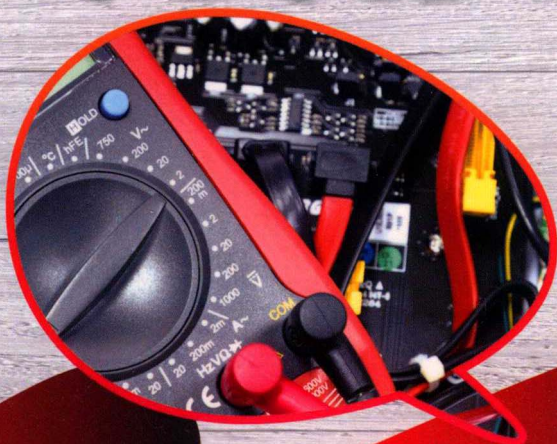


电工电子名家畅销书系



蔡杏山 主编

万用表使用



咱得这么学

- 名家荟萃，引领巅峰之作
- 梦回课堂，重温异样经典
- 学而时习，开启新学时代
- 精选专题，实现无缝对接



扫码看视频



机械工业出版社
CHINA MACHINE PRESS

电工电子名家畅销书系

万用表使用咱得这么学

蔡杏山 主编

机械工业出版社

本书是一本介绍万用表使用的图书，主要内容有指针万用表和数字万用表的测量原理与使用，用万用表检测电子元器件、电工器件、电动机及电气线路以及电子电路。

本书起点低、内容由浅入深、语言通俗易懂，并且内容结构安排符合学习认知规律，适合作为电工电子爱好者学习万用表使用的自学用书，也适合作为职业院校电类专业的电工电子实践教材。

图书在版编目 (CIP) 数据

万用表使用咱得这么学/蔡杏山主编. —北京: 机械工业出版社, 2018. 7

(电工电子名家畅销书系)

ISBN 978-7-111-60543-0

I. ①万… II. ①蔡… III. ①复用电表—使用方法
IV. ①TM938. 107

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2018) 第 166235 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: 任 鑫 责任编辑: 翟天睿

责任校对: 佟瑞鑫 封面设计: 马精明

责任印制: 李 昂

北京宝昌彩色印刷有限公司印刷

2018 年 9 月第 1 版第 1 次印刷

184mm × 260mm · 13 印张 · 307 千字

0001—3000 册

标准书号: ISBN 978-7-111-60543-0

定价: 45.00 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

服务咨询热线: 010-88361066

机工官网: www.cmpbook.com

读者购书热线: 010-68326294

机工官博: weibo.com/cmp1952

010-88379203

金书网: www.golden-book.com

封面无防伪标均为盗版

教育服务网: www.cmpedu.com

出版说明

我国经济与科技的飞速发展，国家战略性新兴产业的稳步推进，对我国科技的创新发展和人才素质提出了更高的要求。同时，我国目前正处在工业转型升级的重要战略机遇期，推进我国工业转型升级，促进工业化与信息化的深度融合，是我们应对国际金融危机、确保工业经济平稳较快发展的重要组成部分，而这同样对我们的人才素质与数量提出了更高的要求。

目前，人们日常生产生活的电气化、自动化、信息化程度越来越高，电工电子技术正广泛而深入地渗透到经济社会的各个行业，促进了众多的人口就业。但不可否认的客观现实是，很多初入行业的电工电子技术人员，基础知识相对薄弱，实践经验不够丰富，操作技能有待提高。党的十八大报告中明确提出“加强职业技能培训，提升劳动者就业创业能力，增强就业稳定性”。人力资源和社会保障部近期的统计监测却表明，目前我国很多地方的技术工人都处于严重短缺的状态，其中仅制造业高级技工的人才缺口就高达400多万人。

秉承机械工业出版社“服务国家经济社会和科技全面进步”的出版宗旨，60多年来我们在电工电子技术领域积累了大量的优秀作者资源，出版了大量的优秀畅销图书，受到广大读者的一致认可与欢迎。本着“提技能、促就业、惠民生”的出版理念，经过与领域内知名的优秀作者充分研讨，我们于2013年打造了“电工电子名家畅销书系”，涉及内容包括电工电子基础知识、电工技能入门与提高、电子技术入门与提高、自动化技术入门与提高、常用仪器仪表的使用以及家电维修实用技能等。本丛书出版至今，得到广大读者的一致好评，取得了良好社会效益，为读者技能的提高提供了有力的支持。

随着时间的推移和技术的不断进步，加之年轻一代走向工作岗位，读者对于知识的需求、获取方式和阅读习惯等发生了很大的改变，这也给我们提出了更高的要求。为此我们再次整合了强大的策划团队和作者团队资源，对本丛书进行了全新的升级改造。升级后的本丛书具有以下特点：①名师把关品质最优；②以就业为导向，以就业为目标，内容选取基础实用，做到知识够用、技术到位；③真实图解详解操作过程，直观具体，重点突出；④学、思、行有机地融合，可帮助读者更为快速、牢固地掌握所学知识和技能，减轻学习负担；⑤由资深策划团队精心打磨并集中出版，通过多种方式宣传推广，便于读者及时了解图书信息，方便读者选购。

本丛书的出版得益于业内顶尖的优秀作者的大力支持，大家经常为了图书的内容、表达等反复深入地沟通，并系统地查阅了大量的最新资料 and 标准，更新制作了大量的操作现场实景素材，在此也对各位电工电子名家的辛勤的劳动付出和卓有成效的工作表示感谢。同时，我们衷心希望本丛书的出版，能为广大电工电子技术领域的读者学习知识、开阔视野、提高



技能、促进就业，提供切实有益的帮助。

作为电工电子图书出版领域的领跑者，我们深知对社会、对读者的重大责任，所以我们一直在努力。同时，我们衷心欢迎广大读者提出您的宝贵意见和建议，及时与我们联系沟通，以便为大家提供更多高品质的好书，联系信箱为 balance008@126.com。

机械工业出版社

前言

万用表是电工电子领域中使用最为广泛的一种测量仪器之一，绝大多数电子元器件和电工器件都可以用万用表检测其相关参数和判断好坏。由于万用表具有电压、电流和电阻测量功能，故可以使用电压法、电流法和电阻法检测各种电气线路和电子电路。万用表是电工电子技术人员必不可少的一种测量仪表。

万用表分为指针万用表和数字万用表。指针万用表是一种平均值式测量仪表，具有结构简单、成本低、读数直观形象（用指针摆动幅度反映测量值大小），且测量时可输出较高电压（最高可达9V以上）等优点，特别适合测量一些需要较高电压才能导通的半导体器件（如发光二极管、MOS管和IGBT等）。指针万用表内阻小，因此在测量时对被测电路具有一定的分流作用，会影响测量精度。数字万用表是一种瞬时取样式测量仪表，它每隔一定时间来显示当前测量值，故测量时常出现数值不稳定，需要数值稳定后才能读数。数字万用表的内阻大，对被测电路分流小，故测量精度高，由于采用数字测量技术，所以数字万用表具有较多的测量功能（如电容量、温度和频率测量）。

本书主要有以下特点：

- ◆ 基础起点低。读者只需具有初中文化水平即可阅读本书。
- ◆ 语言通俗易懂。书中少用专业化的术语，遇到较难理解的内容用形象比喻说明，尽量避免复杂的理论分析和烦琐的公式推导，使读者阅读起来感觉会十分顺畅。
- ◆ 内容解说详细。考虑到自学时一般无人指导，因此在编写过程中对书中的知识技能进行详细解说，使读者能轻松理解所学内容。
- ◆ 采用大量图片与详细标注文字相结合的表现方式。书中采用了大量图片，并在图片上标注详细的说明文字，不但能让读者阅读时心情愉悦，还能轻松了解图片所表达的内容。
- ◆ 内容安排符合认识规律。图书按照循序渐进、由浅入深的原则来确定各章节的先后顺序，读者只需从前往后阅读图书，便会水到渠成。
- ◆ 突出显示知识要点。为了帮助读者掌握书中的知识要点，书中用阴影和文字加粗的方法突出显示知识要点，指示学习重点。
- ◆ 网络免费辅导。读者在阅读时遇到难理解的问题，可添加易天电学网微信号 etv100，观看有关辅导材料或向老师提问进行学习。

本书由蔡杏山担任主编。在编写过程中得到了许多教师的支持，其中蔡玉山、詹春华、黄勇、何慧、黄晓玲、蔡春霞、邓艳姣、刘凌云、刘海峰、蔡理峰、邵永亮、朱球辉、蔡理刚、梁云、何丽、李清荣、王娟、刘元能、唐颖、何彬、万四香、蔡任英和邵永明等参与了部分章节的编写工作，在此一并表示感谢。由于我们水平有限，书中的错误和疏漏在所难免，望广大读者和同仁予以批评指正。

目 录

出版说明

前言

第1章 万用表的使用	1
1.1 指针万用表的测量原理与使用	1
1.1.1 面板介绍	1
1.1.2 测量原理	3
1.1.3 使用方法	6
1.1.4 指针万用表的使用注意事项	14
1.2 数字万用表的测量原理与使用	15
1.2.1 面板介绍	15
1.2.2 数字万用表的基本组成及测量原理	17
1.2.3 使用方法	19
1.2.4 数字万用表的使用注意事项	26
第2章 用万用表检测电阻器、电容器、电感器和变压器	27
2.1 检测固定电阻器	27
2.1.1 外形与符号	27
2.1.2 标称阻值和允许偏差的识读	27
2.1.3 用指针万用表检测固定电阻器	29
2.1.4 用数字万用表检测固定电阻器	30
2.2 检测电位器	30
2.2.1 外形与符号	30
2.2.2 结构与原理	30
2.2.3 用指针万用表检测电位器	31
2.2.4 用数字万用表检测电位器	32
2.3 检测敏感电阻器	32
2.3.1 热敏电阻器的检测	32
2.3.2 光敏电阻器的检测	34
2.3.3 压敏电阻器的检测	35
2.3.4 湿敏电阻器的检测	36
2.3.5 气敏电阻器的检测	37
2.3.6 力敏电阻器的检测	39



2.4 检测排阻	39
2.4.1 实物外形	39
2.4.2 命名方法	40
2.4.3 类型与内部电路结构	40
2.4.4 用指针万用表检测排阻	41
2.4.5 用数字万用表检测排阻	42
2.5 检测电容器	42
2.5.1 结构、外形与符号	42
2.5.2 极性识别与检测	43
2.5.3 容量与允许偏差的标注方法	44
2.5.4 用指针万用表检测固定电容器	45
2.5.5 用数字万用表检测固定电容器	46
2.5.6 可变电容器的检测	47
2.6 检测电感器	48
2.6.1 外形与符号	48
2.6.2 主要参数与标注方法	48
2.6.3 用指针万用表检测电感器	50
2.6.4 用数字万用表检测电感器	50
2.7 检测变压器	51
2.7.1 外形与符号	51
2.7.2 结构与工作原理	51
2.7.3 特殊绕组变压器	52
2.7.4 用指针万用表检测变压器	52
2.7.5 用数字万用表检测变压器	54
第3章 用万用表检测二极管和晶体管	55
3.1 检测二极管	55
3.1.1 普通二极管的检测	55
3.1.2 稳压二极管的检测	58
3.1.3 变容二极管的检测	59
3.1.4 双向触发二极管的检测	60
3.1.5 双基极二极管的检测	62
3.1.6 肖特基二极管的检测	64
3.1.7 快恢复二极管的检测	65
3.1.8 瞬态电压抑制二极管的检测	65
3.1.9 整流桥的检测	66
3.2 检测晶体管	69
3.2.1 外形与符号	69
3.2.2 结构	69



3.2.3	类型检测	70
3.2.4	集电极与发射极的检测	71
3.2.5	好坏检测	73
3.2.6	用数字万用表检测晶体管	73
3.2.7	带阻晶体管的检测	74
3.2.8	带阻尼晶体管的检测	75
3.2.9	达林顿晶体管的检测	75
第4章 用万用表检测晶闸管、场效应晶体管和 IGBT		77
4.1	检测晶闸管	77
4.1.1	单向晶闸管的检测	77
4.1.2	门极可关断晶闸管的检测	79
4.1.3	双向晶闸管的检测	80
4.2	检测场效应晶体管	82
4.2.1	结型场效应晶体管的检测	82
4.2.2	绝缘栅型场效应晶体管的检测	84
4.3	检测绝缘栅双极型晶体管	88
4.3.1	结构、外形与符号	89
4.3.2	工作原理	89
4.3.3	引脚极性和好坏检测	90
4.3.4	用数字万用表检测 IGBT	90
第5章 用万用表检测光电器件、显示器件和电声器件		91
5.1	光电器件的检测	91
5.1.1	普通发光二极管的检测	91
5.1.2	双色发光二极管的检测	93
5.1.3	三基色发光二极管的检测	94
5.1.4	闪烁发光二极管的检测	95
5.1.5	红外线发光二极管的检测	96
5.1.6	普通光敏二极管的检测	97
5.1.7	红外线接收二极管的检测	98
5.1.8	红外线接收组件的检测	99
5.1.9	光敏晶体管的检测	100
5.1.10	光耦合器的检测	101
5.1.11	光遮断器的检测	104
5.2	显示器件的检测	106
5.2.1	LED 数码管的检测	106
5.2.2	LED 点阵显示器的检测	108
5.2.3	真空荧光显示器的检测	110
5.2.4	液晶显示屏的检测	112



5.3 检测电声器件	115
5.3.1 扬声器的检测	115
5.3.2 耳机的检测	117
5.3.3 蜂鸣器的检测	119
5.3.4 传声器的检测	120
第6章 用万用表检测开关、熔断器、断路器和漏电保护器	123
6.1 开关的检测	123
6.1.1 按钮开关的种类、结构与外形	123
6.1.2 按钮开关的检测	124
6.2 熔断器的检测	125
6.2.1 种类	125
6.2.2 检测	126
6.3 断路器的检测	127
6.3.1 外形与符号	127
6.3.2 结构与工作原理	128
6.3.3 面板标注参数的识读	128
6.3.4 检测	129
6.4 漏电保护器的检测	130
6.4.1 外形与符号	130
6.4.2 结构与工作原理	131
6.4.3 面板介绍及漏电模拟测试	131
6.4.4 检测	132
第7章 用万用表检测接触器和继电器	134
7.1 接触器的检测	134
7.1.1 结构、符号与工作原理	134
7.1.2 外形与接线端	135
7.1.3 铭牌参数的识读	135
7.1.4 检测	135
7.2 热继电器的检测	137
7.2.1 结构与工作原理	137
7.2.2 外形与接线端	138
7.2.3 铭牌参数的识读	138
7.2.4 检测	140
7.3 小型电磁继电器的检测	142
7.3.1 外形与符号	142
7.3.2 结构与应用	142
7.3.3 检测	143
7.4 中间继电器的检测	144



7.4.1	外形与符号	144
7.4.2	引脚触点图及重要参数的识读	144
7.4.3	检测	144
7.5	固态继电器的检测	146
7.5.1	直流固态继电器	146
7.5.2	交流固态继电器	147
7.5.3	检测	148
7.6	时间继电器的检测	149
7.6.1	外形与符号	149
7.6.2	电子式时间继电器	150
7.6.3	检测	151
7.7	干簧管与干簧继电器的检测	152
7.7.1	干簧管的检测	152
7.7.2	干簧继电器的检测	153
第8章	用万用表检测电动机及电气线路	154
8.1	检测三相异步电动机	154
8.1.1	外形与结构	154
8.1.2	三相异步电动机的绕组联结方式	156
8.1.3	检测三相绕组的通断和对称情况	157
8.1.4	检测绕组间的绝缘电阻	158
8.1.5	检测绕组与外壳之间的绝缘电阻	159
8.1.6	判别三相绕组的首尾端	160
8.1.7	判断电动机的磁极对数和转速	162
8.2	检测单相异步电动机	163
8.2.1	单相异步电动机的结构	163
8.2.2	单相异步电动机的接线图与工作原理	163
8.2.3	单相异步电动机的三个接线端的极性判别	164
8.2.4	抽头式调速电动机的接线识别与检测	165
8.3	机床电气线路的常用检测方法	167
8.3.1	直观法	167
8.3.2	逻辑分析法	168
8.3.3	模拟运行法	168
8.3.4	电压分阶和分段测量法	168
8.3.5	电阻分阶和分段测量法	169
第9章	用万用表检测电子电路	172
9.1	电子电路的常用检测方法	172
9.1.1	直观法	172
9.1.2	电阻法	172



9.1.3	电压法	174
9.1.4	电流法	176
9.1.5	信号注入法	177
9.1.6	断开电路法	178
9.1.7	短路法	178
9.1.8	代换法	179
9.2	用万用表检测放大电路	179
9.2.1	晶体管三种状态的说明	179
9.2.2	单级放大电路的检测	181
9.2.3	多级放大电路的检测	182
9.2.4	功率放大电路的检测	184
9.3	用万用表检测振荡电路	186
9.3.1	振荡电路的基础知识	186
9.3.2	振荡电路的检测	187
9.4	集成电路的常用检测方法	188
9.4.1	集成电路的引脚识别	188
9.4.2	开路测量电阻法	189
9.4.3	在路直流电压测量法	190
9.4.4	在路电阻测量法	191
9.4.5	在路总电流测量法	192
9.4.6	排除法和代换法	192

第 1 章

万用表的使用

1.1 指针万用表的测量原理与使用

1.1.1 面板介绍

指针万用表是一种广泛使用的电子测量仪表，它由一块灵敏度很高的直流电流表（微安表）作为表头，再加上档位选择开关和相关电路组成。指针万用表可以测量电压、电流、电阻，还可以测量电子元器件的好坏。虽然指针万用表的种类很多，但使用方法都大同小异，本章以 MF-47 新型万用表为例进行介绍。

MF-47 新型指针万用表外观如图 1-1 所示，它在早期 MF-47 型万用表的基础上增加了很多新的测量功能，如电容量、电池电量、稳压二极管稳压值的测量功能，电路通路蜂鸣测量和电阻箱等功能。从图 1-1 中可以看出，MF-47 新型指针万用表面板上主要有刻度盘、档位选择开关、旋钮和一些插孔。

1. 刻度盘

刻度盘如图 1-2 所示，它由九条刻度线组成。

第一条标有“ Ω ”符号的为电阻档刻度线。在测量电阻阻值时查看该刻度线。这条刻度线最右端刻度表示的阻值最小，为 0；最左端刻度表示的阻值最大，为 ∞ （无穷大）。在未测量时指针指在左端无穷大处。

第二条标有“ $\underline{V}$ ， $\underline{mA}$ ”符号的为直、交流电压/直流电流档刻度线。在测量直、交流电压和直流电流时都查看这条刻度线。该刻度线最左端刻度表示最小值，最右端刻度表示最大值。该刻度线下方标有三组数，它们的最大值分别为 250、50 和 10。当选择不同档位时，要将刻度线的最大刻度看作该档位最大量程数值（其他刻度也要相应变化）。如档位选择开关拨至“50V”档测量时，指针指在第二刻度线最大刻度处，则表示此时测量的电压值为 50V（而不是 10V 或 250V）。

第三条标有“AC10V”字样的为交流 10V 档专用刻度线。在档位开关拨至“交流 10V”档测量时查看该刻度线。

第四条标有“C (μF)”字样的为电容量刻度线。在测量电容的电容量时查看该刻

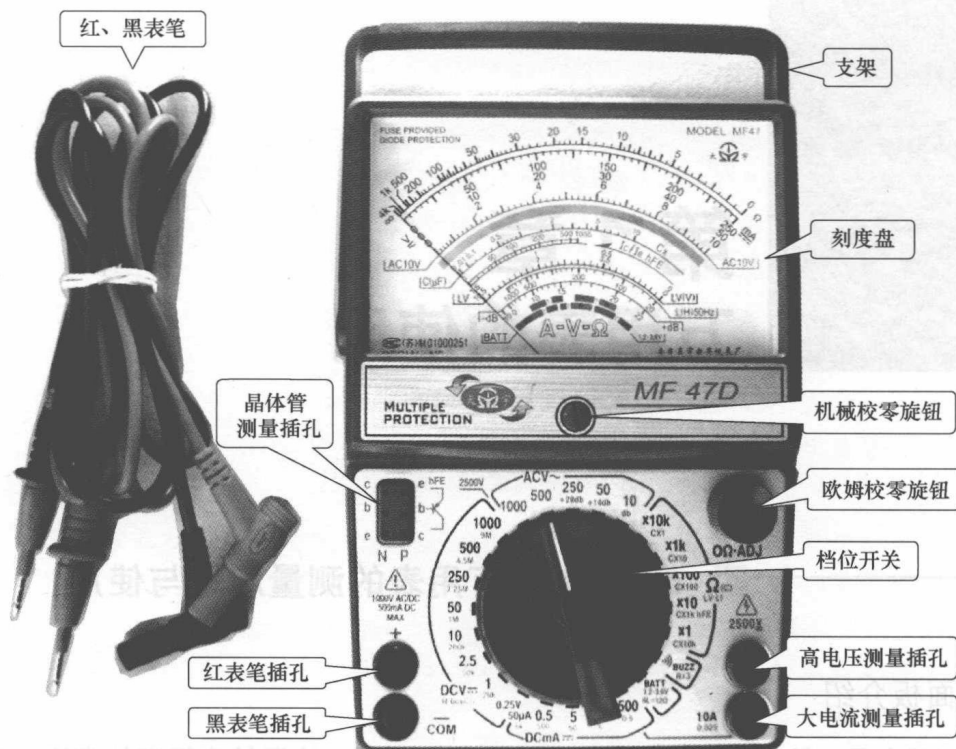


图 1-1 MF-47 新型指针万用表外观图

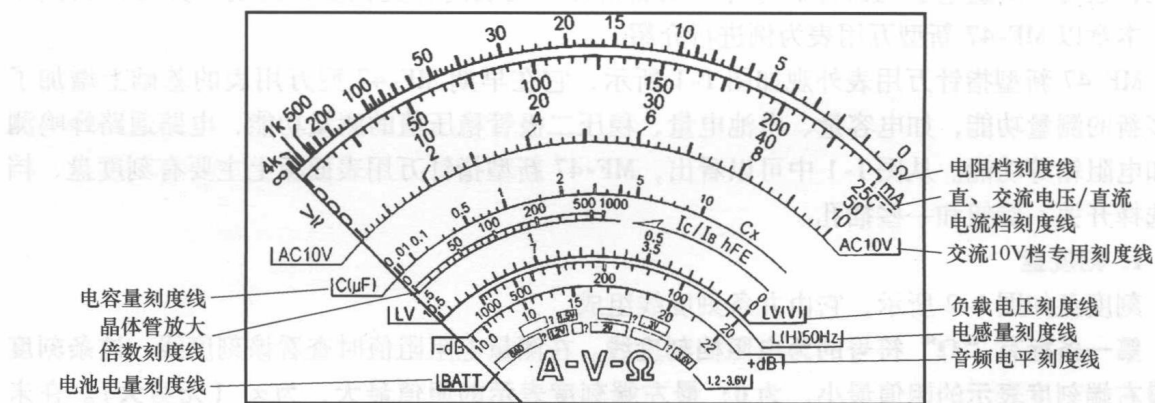


图 1-2 刻度盘

度线。

第五条标有“ I_C/I_B hFE”字样（在刻度线右方）的为晶体管放大倍数刻度线。在测量晶体管放大倍数时查看该刻度线。

第六条标有“LV (V)”字样的为负载电压刻度线。在测量稳压二极管稳压值和一些非线性元件（如整流二极管、发光二极管和晶体管的 PN 结）正向电压降时查看该刻度线。

第七条标有“L (H) 50Hz”字样的为电感量刻度线。在测量电感的电感量时查看该刻度线。

第八条标有“dB”字样的为音频电平刻度线。在测量音频信号电平时查看该刻度线。



第九条标有“BATT”字样的为电池电量刻度线。在测量 1.2 ~ 3.6V 电池是否可用时查看该刻度线。

2. 档位选择开关

当万用表测量不同的量时，应将档位选择开关拨至不同的档位。档位选择开关如图 1-3 所示，它可以分为多类档位，除通路蜂鸣档和电池电量档外，其他各类档位根据测量值的大小又细分成多档。

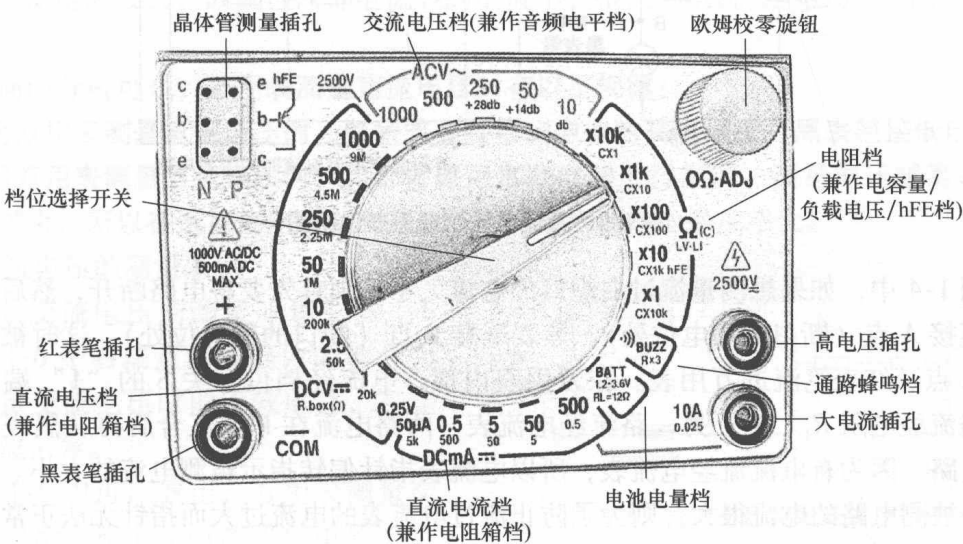


图 1-3 档位选择开关及插孔

3. 旋钮

指针万用表面板上的旋钮有机械校零旋钮和欧姆校零旋钮。
机械校零旋钮的作用是在使用万用表测量前，将指针调到刻度盘电压档刻度线（第二条刻度线）的“0”刻度处（或电阻档刻度线的“∞”刻度处）。
欧姆校零旋钮的作用是在使用电阻档或通路蜂鸣档测量档时，按一定的方法将指针调到电阻档刻度线的“0”刻度处。

4. 插孔

万用表的插孔如图 1-3 所示。在图 1-3 中，左下角标有“COM”字样的为黑表笔插孔，标有“+”字样的为红表笔插孔；右下角标有“2500 V”字样的为高电压测量插孔（在测量大于 1000V 而小于 2500V 的电压时，红表笔需插入该插孔），标有“10A”字样的为大电流测量插孔（在测量大于 500mA 而小于 10A 的直流电流时，红表笔需插入该插孔）；左上角标有“P”字样的为 PNP 型晶体管插孔，标有“N”字样的为 NPN 型晶体管插孔。

1. 1. 2 测量原理

指针万用表内部有一块直流电流表，为了让它不但能测量直流电流，还能测量电压、电阻等电量，需要给万用表添加相关的电路。下面将介绍万用表内部各种电路如何与直流电流表配合进行各种电量的测量。



1. 直流电流的测量原理

万用表直流电流的测量原理如图 1-4 所示。图 1-4 中右端点画线框内的部分为万用表测量直流电流时的等效电路，左端为被测电路。

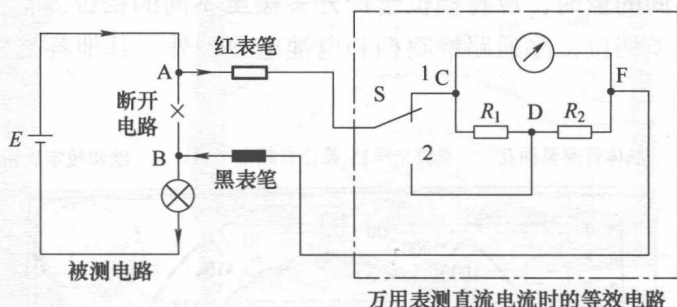


图 1-4 直流电流测量原理说明图

在图 1-4 中，如果想测量流过白炽灯的电流大小，则首先要将电路断开，然后将万用表的红表笔接 A 点（断口的高电位处），黑表笔接 B 点（断口的低电位处）。这时被测电路的电流经 A 点、红表笔流进万用表。在万用表内部，电流经档位开关 S 的“1”端后分作两路：一路流经电阻 R_1 、 R_2 ；另一路流经电流表，两路电流在 F 点汇合后再从黑表笔流出进入被测电路。因为有电流流经电流表，所以电流表指针偏转指示被测电流的大小。

如果被测电路的电流很大，则为了防止流过电流表的电流过大而指针无法正常指示或电流表被烧坏，可以将档位开关 S 拨至“2”处（大电流测量档），这时从红表笔流入的大电流经开关 S 的“2”到达 D 点，电流又分作两路，一路流经 R_2 ，另一路流经 R_1 、电流表，两路电流在 F 点汇合后再从黑表笔流出。因为在测大电流时分流电阻小（测小电流时分流电阻为 $R_1 + R_2$ ，而测大电流时分流电阻为 R_2 ），被分流掉的电流大，再加上 R_1 的限流，所以流过电流表的电流不会很大，电流表不会被烧坏，指针仍可以正常指示。

从上面的分析可知，万用表测量直流电流时有以下规律：

1) 用万用表测量直流电流时需要将电路断开，并且红表笔接断口的高电位处，黑表笔接断口的低电位处。

2) 用万用表测量直流电流时，内部需要并联电阻进行分流，测量的电流越大，分流的电阻越小，所以在选用大电流档测量时，万用表内部的电阻很小。

2. 直流电压的测量原理

万用表直流电压的测量原理如图 1-5 所示，图 1-5 中右端点画线框内的部分为万用表测量直流电压时的等效电路，左端为被测电路。

在图 1-5 中，如果要测量被测电路中电阻 R 两端的电压（即 A、B 两点之间的电压），则应将红表笔接 A 点（ R 的高电位端），黑表笔接 B 点（ R 的低电位端），这时从 A 点会有一路电流流进红表笔，在万用表内部经档位开关 S 的“1”端和限流电阻 R_2 后流经电流表，再从黑表笔流出到达 B 点，A、B

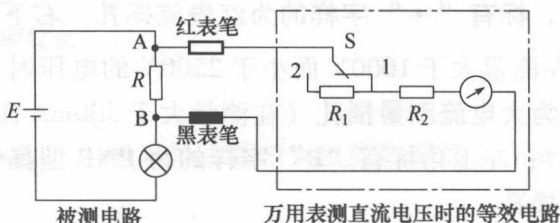


图 1-5 直流电压测量原理说明图



之间的电压越高（即 R 两端的电压越高），流过电流表的电流越大，指针摆动幅度越大，指示的电压值越高。

如果 A、B 之间的电压很高，流过电流表的电流就会很大，则会出现指针摆动幅度超出指示范围而无法正常工作，或者电流表被烧坏的现象。为避免这种情况的发生，在测量高电压时，可以将档位开关 S 拨至“2”处（高电压测量档），这时从红表笔流入的电流经开关 S 的“2”端，再由 R_1 、 R_2 限流后流经电流表，然后从黑表笔流出。因为测量高电压时万用表内部的限流电阻较大，故流进内部电流表的电流不会很大，电流表不会被烧坏，指针可以正常指示。

从上面的分析可知，万用表测量直流电压时有以下规律：

- 1) 用万用表测量直流电压时，红表笔要接被测电路的高电位处，黑表笔接低电位处。
- 2) 用万用表测量直流电压时，内部需要用串联电阻进行限流，测量电压越高，要求限流的电阻越大，所以在选用高电压档测量时，万用表内部的电阻应很大。

3. 交流电压的测量原理

万用表交流电压的测量原理如图 1-6 所示。图 1-6 中右端点画线框内的部分为万用表测量交流电压时的等效电路，左端为被测交流信号。

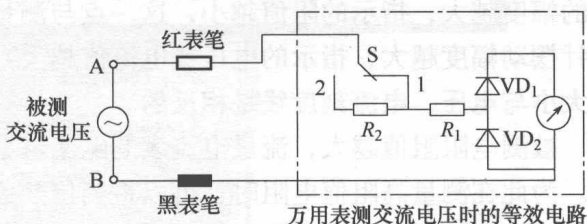


图 1-6 交流电压测量原理说明图

从图 1-6 中可以看出，万用表测量交流电压与测量直流电压时的等效电路大部

分是相同的，但在测量交流电压时增加了 VD_1 和 VD_2 构成的半波整流电路。因为交流信号的极性是随时变化的，所以红、黑表笔可以随意接在 A、B 点。为了叙述方便，这里将红表笔接 A 点，黑表笔接 B 点。

在测量时，如果交流信号为正半周，即 A 点为正、B 点为负，则有电流从红表笔流入万用表，再经档位开关 S 的“1”端、电阻 R_1 和二极管 VD_1 流经电流表，然后由黑表笔流出到达交流信号的 B 点。如果交流信号为负半周，即 A 点为负、B 点为正，则有电流从黑表笔流入万用表，经二极管 VD_2 、电阻 R_1 和档位开关 S 的“1”端，再由红表笔流出到达交流信号的 A 点。测量交流电压时有一个半周有电流流过电流表，指针会摆动，并且交流电压越高，指针摆动的幅度越大，指示的电压越高。

如果被测交流电压很高，则可以将档位开关 S 拨至“2”处（高电压测量档），这时从红表笔流入的电流需要经过限流电阻 R_2 和 R_1 ，因为限流电阻较大，故流过电流表的电流不会很大，电流表不会被烧坏，指针可以正常指示。

从上面的分析可知，万用表测量交流电压时有以下规律：

- 1) 用万用表测量交流电压时，因为交流电压极性随时变化，故红、黑表笔可以任意接在被测交流电压两端。
- 2) 用万用表测量交流电压时，内部需要用串联电阻进行限流，测量的电压越高，要求限流的电阻越大，另外内部还需要整流电路。

4. 电阻的测量原理

万用表电阻的测量原理如图 1-7 所示。图 1-7 中右端点画线框内的部分为万用表测量电阻阻值时的等效电路，左端为被测电阻 R_x 。由于电阻不能提供电流，所以在测量电阻时，