



实用电子电工技术系列丛书

全面

实用

易读

图解实用电工技术 全能一本通

门宏 编著

电子电工从业人员
资料大全

电工技术初学者
入门手册

- 仪表使用
- 实操技能
- 电工识图
- 检测维修
- 经典案例



中国工信出版集团



人民邮电出版社
POSTS & TELECOM PRESS



实用电子电工技术系列丛书



图解实用电工技术 全能一本通

门宏 编著

人民邮电出版社
北京

图书在版编目(CIP)数据

图解实用电工技术全能一本通 / 门宏编著. — 北京:
人民邮电出版社, 2018. 1
(实用电子电工技术系列丛书)
ISBN 978-7-115-47024-9

I. ①图… II. ①门… III. ①电工技术—图解 IV.
①TM-64

中国版本图书馆CIP数据核字(2017)第255179号

内 容 提 要

本书是专为电工技术初学者和电工技术从业人员精心打造的技术宝典,具有易读性、实用性、全面性、资料性的特点,既是电工技术初学者的快速入门教材,也是电工技术从业人员的详实技术资料,一本书解决学习和应用电工技术的全过程。

全书共分五篇21章,内容涵盖了现代电工技术的方方面面,包括万用表等电工仪表的原理与使用,电工元器件、半导体器件、低压电器的选用与检测,电工电路识图,常用电工材料,实用电工操作技巧,经典电工电路实例等。

本书适合广大电工技术爱好者、电工技术从业人员阅读学习与资料备查,并可作为职业技术学校和务工人员上岗培训的基础教材。

-
- ◆ 编 著 门 宏
责任编辑 魏勇俊
责任印制 周昇亮
 - ◆ 人民邮电出版社出版发行 北京市丰台区成寿寺路11号
邮编 100164 电子邮件 315@ptpress.com.cn
网址 <http://www.ptpress.com.cn>
北京隆昌伟业印刷有限公司印刷
 - ◆ 开本: 787×1092 1/16
印张: 17.5 2018年1月第1版
字数: 494千字 2018年1月北京第1次印刷
-

定价: 59.00 元

读者服务热线: (010)81055339 印装质量热线: (010)81055316

反盗版热线: (010)81055315

广告经营许可证: 京东工商广登字 20170147 号

前言

PREFACE

电是现代社会无处不在的重要基础，电工技术是现代科技不可或缺的重要方面，社会对电工技术人才的需求越来越大。本书是专为电工技术初学者和电工技术从业人员精心打造的技术宝典，具有易读性、实用性、全面性、资料性的特点，既是电工技术初学者的快速入门教材，也是电工技术从业人员的详实技术资料。

本书的编著宗旨是，让电工技术初学者一看就懂、一学就会、一做就成，一本书解决学习电工技术从入门到精通全过程；让电工技术从业人员有启发、有提高、有资料，一本书解决电工技术实用技能技巧和技术资料全方面。

全书共分五篇21章，内容涵盖了现代电工技术的方方面面，包括电工仪表原理与使用、电工元器件选用与检测、电工电路识图、实用电工操作技巧、经典电工电路实例等。其中，第1章讲解万用表，第2章讲解数字万用表，第3章讲解数字示波万用表，第4章讲解万用表灵活测量技巧，第5章讲解验电笔，第6章讲解电度表，第7章讲解钳形电流表，第8章讲解兆欧表，第9章讲解常用电工元器件的选用与检测，第10章讲解半导体器件的选用与检测，第11章讲解低压电器的选用与检测，第12章讲解电工电路识图基础，第13章讲解电路图符号与规则，第14章讲解看懂电路图的方法与技巧，第15章讲解常用电工材料选用，第16章讲解电工操作技能与技巧，第17章讲解室内供配电，第18章讲解室内照明，第19章讲解供配电电路，第20章讲解电源与充电电路，第21章讲解电动机控制电路。

参加本书编写的还有门雁菊、张元景、施鹏、张元萍等。本书适合广大电工技术爱好者、电工技术从业人员阅读学习与资料备查，并可作为职业技术学校 and 务工人员上岗培训的基础教材。书中如有不当之处，欢迎读者朋友批评指正。

编著者

目录

CONTENTS

第一篇 电工仪表原理与使用 1

- 2 | 第1章 万用表
- 15 | 第2章 数字万用表
- 24 | 第3章 数字示波万用表
- 27 | 第4章 万用表灵活测量技巧
- 34 | 第5章 验电笔
- 36 | 第6章 电度表
- 41 | 第7章 钳形电流表
- 49 | 第8章 兆欧表

第二篇 电工元器件选用与检测 57

- 58 | 第9章 电工元器件的选用与检测
- 86 | 第10章 半导体器件的选用与检测
- 125 | 第11章 低压电器的选用与检测

第三篇 电工电路识图 153

- 154 | 第12章 电工电路识图基础
- 159 | 第13章 电路图符号与规则
- 173 | 第14章 看懂电路图的方法与技巧

第四篇 实用电工操作技巧 177

178	第15章 常用电工材料
191	第16章 电工操作技能与技巧
222	第17章 室内供配电
227	第18章 室内照明

第五篇 经典电工电路实例 247

248	第19章 供配电电路
252	第20章 电源与充电电路
271	第21章 电动机控制电路

电工仪表原理与使用

第一篇

- 万用表
- 数字万用表
- 数字示波万用表
- 万用表灵活测量技巧
- 验电笔
- 电度表
- 钳形电流表
- 兆欧表

第1章 万用表

万用表全名叫万用电表，是一种最常用、最普及、具有多种测量用途（号称万用）的电子测量仪表。

形象地说，万用表就好比组合刀具，如图1-1所示。万用表既是电压表，又是电流表，也是欧姆表，还可以测量电平、电容、电感等，类似于组合刀具既是刀，又是剪刀，也是螺丝刀，还是锉子、锥子、开塞器等。

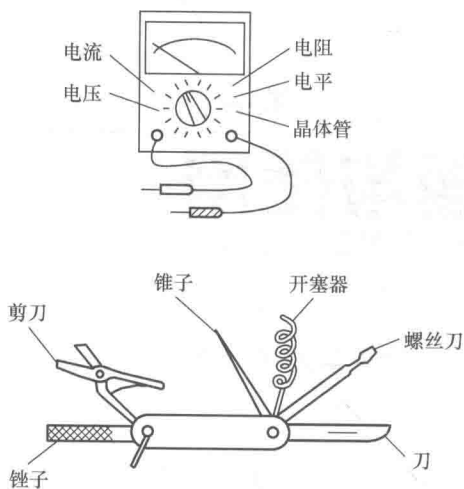


图1-1 万用表好比组合刀具

1.1 万用表的种类

万用表的种类很多，性能指标各有差异，总体上可分为指针式万用表和数字万用表两大类。

1.1.1 指针式万用表

指针式万用表，就是采用微安表头的指针作为测量指示的万用表，如图1-2所示。指针式万用表最明显的特征是，表面上装有一个微安表头。

指针式万用表电路主要是由电阻组成的分压器、分流器等，通过波段开关转换测量功能。平时我们所说的“万用表”，通常就是指针式万用表。



图1-2 指针式万用表

指针式万用表可以测量直流电压、交流电压、直流电流、电阻等，有些型号的指针式万用表还可以测量音频电平、电容、电感、晶体管直流参数等。除测量电阻和晶体管外，其他测量功能无需安装电池。

万用表问世以来，很长一段时间都是指针式万用表的天下，因此指针式万用表也称为传统万用表、模拟万用表。

1.1.2 数字万用表

数字万用表，顾名思义就是采用数字显示屏作为测量指示的万用表，如图1-3所示。数字万用表最明显的特征是，表面上装有一个液晶显示屏。

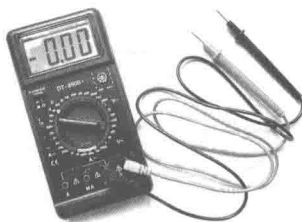


图1-3 数字万用表

数字万用表是一种数字化的新型万用表，采用专用集成电路为核心构成内部电路，通过波段开关转换测量功能。数字万用表的显著特点是测量精度和输入阻抗高，读数显示准确直观。

数字万用表可以测量直流电压、交流电压、直流电流、交流电流、电阻等，有的还具有测量电容、电感、晶体管、频率、温度等功能。与指针式万用表不同的是，数字万用表的所有测量功能都必须安装电池后才能工作。

1.2 万用表的结构与功能

万用表实质上是电压表、电流表、欧姆表的

有机组合，使用时根据需要，通过转换开关进行转换，如图1-4所示，所以也有人将万用表称之为三用表。

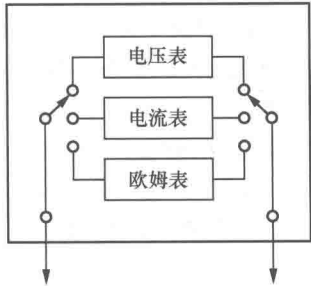


图1-4 万用表的构成

万用表的功能较多，各种型号万用表的功能也不尽相同，但都包括以下基本功能：测量直流电流、测量直流电压、测量交流电压、测量电阻。许多万用表还具有以下派生功能：测量音频电平、测量电容、测量电感、测量晶体管放大倍数等，如图1-5所示。

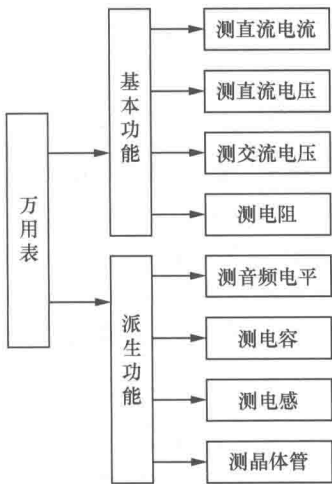


图1-5 万用表的功能

1.2.1 万用表的结构

不同型号万用表的电路不尽相同，但它们的基本电路结构则大同小异。

如图1-6所示为万用表的基本电路结构方框图，由五大部分组成。一是表头及表头电路，用于指示测量结果。二是分压器，主要用于测量交、直流电压。三是分流器，主要用于测量直流电流。四是电池、调零电位器等，用于测量电阻。五是测量选择

电路，用于选择挡位和量程。

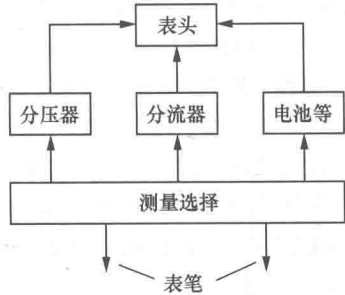


图1-6 万用表电路原理

万用表基本上都采用磁电式微安表头，其文字符号为“PA”，图形符号如图1-7（a）所示。图1-7（b）所示为磁电式微安表头结构和工作原理示意图。

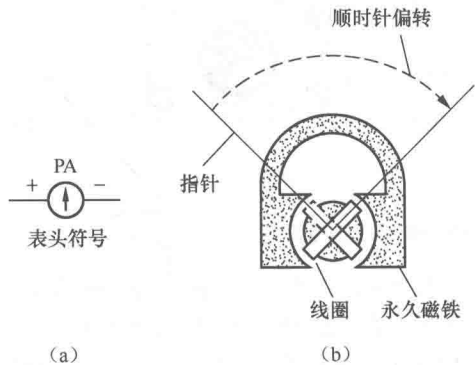


图1-7 微安表头

在马蹄形永久磁铁极掌间的强磁场中，放置一个线圈，当有电流通过该线圈时，电磁作用力使线圈顺时针偏转，偏转角度与通过该线圈的电流成正比。在线圈上垂直粘有一个指针，指针偏转的角度可准确指示出通过线圈的电流大小。

为防止万用表在使用中用错挡位而烧毁表头，一般都设计有表头保护电路。图1-8所示为硅二极管保护电路，二极管VD₁、VD₂互为反向地并接在表头两端，使表头两端电压不超过0.7V，确保电流过载时不会损坏表头。

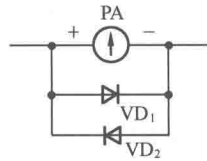


图1-8 表头保护电路

1.2.2 MF47型万用表

万用表的型号很多，下面就以MF47型万用表为例进行介绍。MF47型万用表是设计新颖的磁电系整流式多量程万用电表，具有灵敏度高、体积轻巧、性能稳定、过载保护可靠、读数清晰、使用方便的特点，比较适合一般电工工作者使用。

MF47型万用表外形如图1-9所示，由提把、表头、测量选择开关、欧姆挡调零旋钮、表笔插孔、晶体管插孔等部分构成。

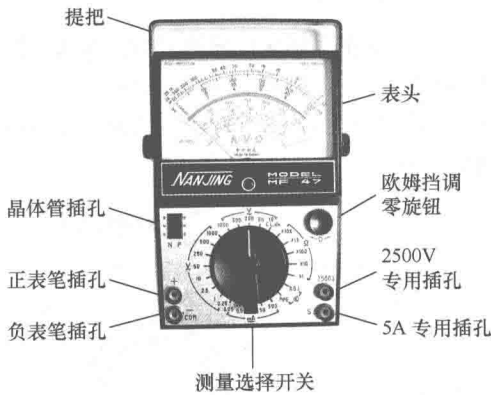


图1-9 MF47型万用表

万用表面板上部为微安表头。表头的下边中间有一个机械调零器，用以校准表针的机械零位，如图1-10所示。表针下面的标度盘上共有6条刻度线，从上往下依次是：电阻刻度线、电压电流刻度线、晶体管 β 值刻度线、电容刻度线、电感刻度线、电平刻度线。标度盘上还装有反光镜，用以消除视差。

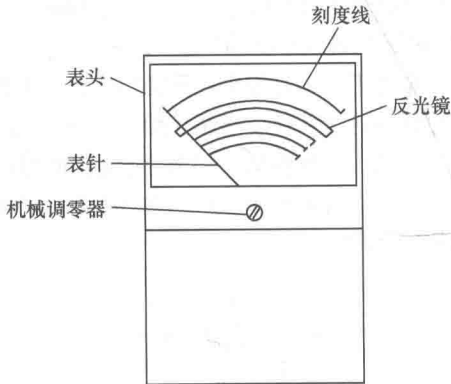


图1-10 表头与机械调零器

面板下部中间是测量选择开关，只须转动一个

旋钮即可选择各量程挡位，使用方便。测量选择开关指示盘与表头标度盘相对应，按交流红色、晶体管绿色、其余黑色的规律印制成3种颜色，使用中不易搞错。

MF47万用表共有4个表笔插孔。面板左下角有正、负表笔插孔，一般习惯上将红表笔插入正插孔，黑表笔插入负插孔。面板右下角有2500V和5A专用插孔。当测量2500V交、直流电压时，正表笔应改为插入2500V插孔。当测量5A直流电流时，正表笔应改为插入5A插孔，如图1-11所示。

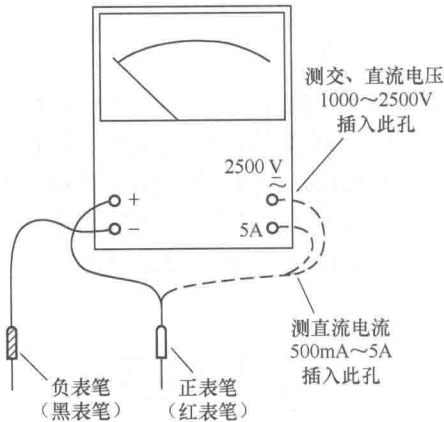


图1-11 表笔插孔

面板下部右上角是欧姆挡调零旋钮，用于校准欧姆挡“0 Ω ”的指示。

面板下部左上角是晶体管插孔。插孔左边标注为“N”，检测NPN型晶体管时插入此孔。插孔右边标注为“P”，检测PNP型晶体管时插入此孔，如图1-12所示。

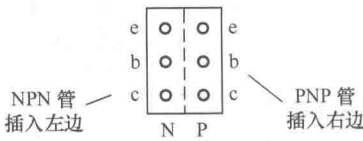


图1-12 晶体管插孔

1.2.3 万用表的功能

MF47万用表量程齐全，共具有8大类34个测量挡位，见表1-1，包括测量直流电流、直流电压、交流电压、电阻等26个基本量程，以及测量音频电平、电容、电感、晶体管直流参数等8个附加量程。

表1-1 MF47型万用表测量范围		
测量对象	测量范围	挡位数
直流电流	0 ~ 5 A	6
直流电压	0 ~ 2500 V	9
交流电压	0 ~ 2500 V	6
电阻	0 ~ ∞ (可读0 ~ 40MΩ)	5
音频电平	-10 ~ + 62 dB	5
电容	0.001 ~ 0.3μF	1
电感	20 ~ 1000 H	1
晶体管	β: 0 ~ 300, I_{cbo} , I_{ceo}	1

1. 直流电流挡

直流电流挡测量范围为0 ~ 5A, 分为: 0.05mA、0.5 mA、5 mA、50 mA、500 mA、5A等6挡, 见表1-2。其中, 5A挡使用专用插孔, 其余各挡由测量选择开关转换。

表1-2 MF47型万用表直流电流挡测量范围			
直 流 电 流	挡 位	量 程	备 注
	0.05 mA	0 ~ 50μA	
	0.5 mA	0 ~ 0.5 mA	
	5 mA	0 ~ 5 mA	
	50 mA	0 ~ 50 mA	
	500 mA	0 ~ 500 mA	
	5 A	0 ~ 5 A	专用插孔

2. 直流电压挡

直流电压挡测量范围为0 ~ 2500V, 灵敏度为20kΩ/V, 分为: 0.25V、1V、2.5V、10V、50V、250V、500V、1000V、2500V等9挡, 见表1-3。其中, 2500V挡使用专用插孔, 其余各挡由测量选择开关转换。

表1-3 MF47型万用表直流电压挡测量范围			
直 流 电 压	挡 位	量 程	备 注
	0.25 V	0 ~ 250 mV	
	1 V	0 ~ 1 V	
	2.5 V	0 ~ 2.5 V	
	10 V	0 ~ 10 V	
	50 V	0 ~ 50 V	
	250 V	0 ~ 250 V	
	500 V	0 ~ 500 V	
	1000 V	0 ~ 1000 V	
	2500 V	0 ~ 2500 V	专用插孔

3. 交流电压挡

交流电压挡测量范围为0 ~ 2500V, 灵敏度为4kΩ/V, 分为: 10V、50V、250V、500V、1000V、2500V等6挡, 见表1-4。其中, 2500V挡使用专用插孔, 其余各挡由测量选择开关转换。

表1-4 MF47型万用表交流电压挡测量范围			
交 流 电 压	挡位	量程	备注
	10 V	0 ~ 10 V	
	50 V	0 ~ 50 V	
	250 V	0 ~ 250 V	
	500 V	0 ~ 500 V	
	1000 V	0 ~ 1000 V	
	2500 V	0 ~ 2500 V	专用插孔

4. 电阻挡

电阻挡具有×1、×10、×100、×1k、×10k等5挡, 见表1-5。各挡中心阻值分别为: 22Ω、220Ω、2.2kΩ、22kΩ、220kΩ。最大可读量程为40MΩ。

表1-5 MF47型万用表电阻挡测量范围			
电 阻	挡位	可读量程	中心阻值
	× 1	0 ~ 4 kΩ	22Ω
	× 10	0 ~ 40 kΩ	220Ω
	× 100	0 ~ 400 kΩ	2.2 kΩ
	× 1 k	0 ~ 4 MΩ	22 kΩ
	× 10 k	0 ~ 40 MΩ	220 kΩ

5. 音频电平挡

音频电平使用交流电压挡测量, 测量范围为-10 ~ +62dB (0dB=0.775V), 共分为5挡, 见表1-6。

表1-6 MF47型万用表音频电平测量范围		
音 频 电 平	挡位	量程
	10 V	-10 ~ + 22 dB
	50 V	+ 4 ~ + 36 dB
	250 V	+ 18 ~ + 50 dB
	500 V	+ 24 ~ + 56 dB
	1000 V	+ 30 ~ + 62 dB

6. 电容挡

电容测量使用交流10V挡, 测量范围为1000 pF ~ 0.3μF, 见表1-7。

表1-7 MF47型万用表电容、电感测量范围		
测量对象	挡位	量程
电容	10 V	1000 pF ~ 0.3μF
电感		20 ~ 1000 H

7. 电感挡

电感测量也使用交流10V挡，测量范围为20 ~ 1000 H，见表1-7。

8. 晶体管挡

测量晶体管直流参数时，β值的测量具有1个校准挡位（ADJ）和1个测量挡位（ h_{FE} ），测量范围为0 ~ 300（倍）。 I_{cbo} 和 I_{ceo} 的测量使用“ $R \times 1k$ ”挡，测量范围为0 ~ 60μA。如果 I_{ceo} 较大，可使用“ $R \times 100$ ”挡，测量范围相应为0 ~ 600μA，见表1-8。

表1-8 MF47型万用表晶体管直流参数测量范围			
晶体管	项目	挡位	量程
	β	h_{FE}	0 ~ 300
	I_{cbo}	$R \times 1 k$	0 ~ 60μA
	I_{ceo}	$R \times 1 k$	0 ~ 60μA
		$R \times 100$	0 ~ 600μA

1.3 万用表的测量原理

电流表、电压表、欧姆表是万用表的三种基本形态，通过测量选择开关进行转换。

1.3.1 直流电流表

测量直流电流时，通过测量选择开关的转换，就构成了电流表电路，如图1-13所示。表头PA与分流器R并联，被测电流I由A端进、B端出。

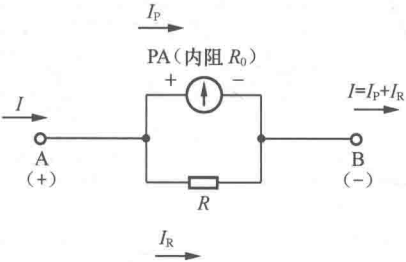


图1-13 直流电流表电路

1. 量程转换原理

I 分为通过表头的电流 I_P 和通过分流器的电流 I_R 两条支路，分配比例由表头内阻 R_0 与分流器 R 的阻

值比的倒数决定。表头PA按比例指示电流的大小。在并联电路中，支路电流的大小与支路电阻的大小成反比。因此，改变 I_P 和 I_R 两支路阻值的大小，即可改变电流分配比例从而实现量程的转换，如图1-14所示。

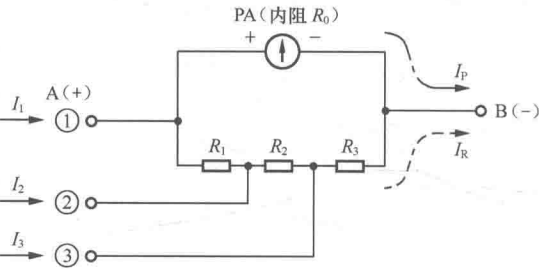


图1-14 电流表量程转换原理

当被测电流 I_1 从A①端输入时， I_P 支路电阻为 R_0 ， I_R 支路电阻为 $R_1 + R_2 + R_3$ 。而当被测电流 I_3 从A③端输入时， I_P 支路电阻为 $R_2 + R_1 + R_0$ ， I_R 支路电阻为 R_3 。可见，当表头指示相同（ I_P 相同）时， $I_3 > I_1$ ，这就扩大了量程。

2. 读数方法

电流表指示的读数方法是，满度值（刻度线最右边）等于所选量程挡位数，根据表针指示位置折算出测量结果。

在图1-15示例中，当测量选择开关位于“0.05mA”挡时，指示值为35μA。当测量选择开关位于“5mA”挡时，指示值为3.5mA。当测量选择开关位于“500mA”挡时，指示值为350mA，依此类推。

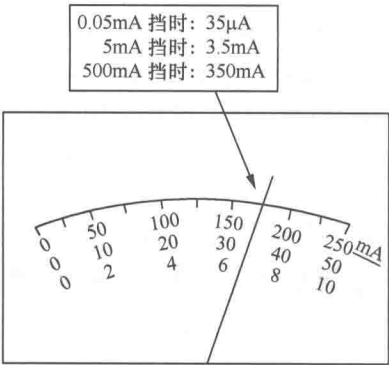


图1-15 电流表读数方法

1.3.2 直流电压表

测量直流电压时，通过测量选择开关的转换，电路构成直流电压表，如图1-16所示。表头PA与分压器R串联，被测电压U加在A、B两端间，A端为正，B端为负。

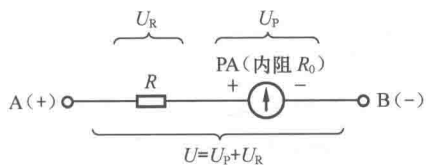


图1-16 直流电压表电路

1. 量程转换原理

U 等于分压器压降 U_R 与表头压降 U_P 之和，分配比例由表头内阻 R_0 与分压器 R 的阻值比决定。表头PA按比例指示电压的大小。

在串联电路中，某部分电压降的大小与其阻值成正比。因此，改变 U_P 和 U_R 两部分阻值的大小，即可改变电压分配比例，实现量程的转换，如图1-17所示。

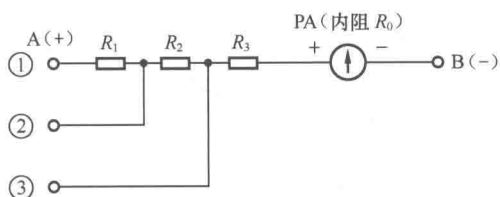


图1-17 电压表量程转换原理

当被测电压 U_1 接于A③端与B端之间时， $U_P = U_{R_0}$ ， $U_R = U_{R_3}$ 。而当被测电压 U_1 接于A①端与B端之间时， $U_P = U_{R_0}$ ， $U_R = U_{R_1} + U_{R_2} + U_{R_3}$ 。可见，当表头指示相同（ U_P 相同）时， $U_1 > U_3$ ，扩大了量程。

2. 读数方法

电压表表盘指示的读数方法是，满度值（刻度线最右边）等于所选量程挡位数，根据表针指示位置折算出测量结果。

在图1-18示例中，当测量选择开关位于“10V”挡时，指示值为7V。当测量选择开关位于“50V”挡时，指示值为35V。当测量选择开关位于“250V”挡时，指示值为175V，依此类推。

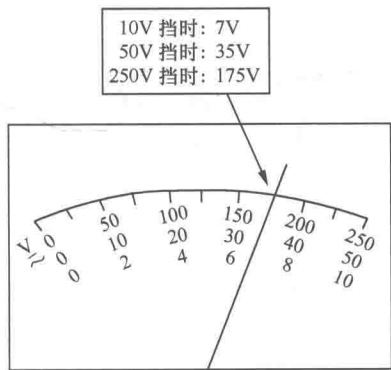


图1-18 电压表读数方法

1.3.3 交流电压表

测量交流电压时，通过测量选择开关的转换，电路构成了交流电压表，如图1-19所示。分压器经过半波整流器 VD_1 、 VD_2 与表头PA串联，交流电正半周时经 VD_1 整流后通过表头， VD_2 为负半周续流二极管。测量原理、量程转换原理和读数方法均与测量直流电压时相同。

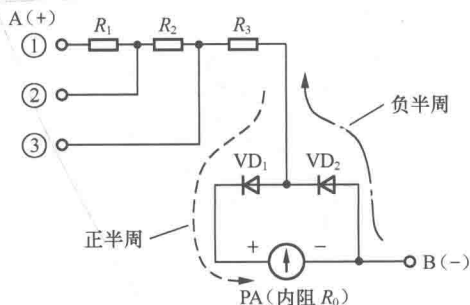


图1-19 交流电压表电路

1.3.4 欧姆表

测量电阻时，通过测量选择开关的转换，电路构成了欧姆表，如图1-20所示。欧姆表电路由表头PA、分流器 R_1 、调零电位器 R_p 和电池等组成。

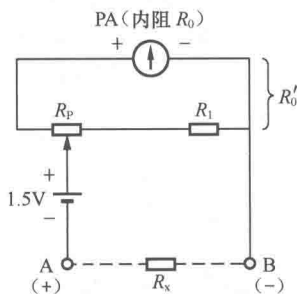


图1-20 欧姆表电路

1. 测量原理

当A、B两端（正、负表笔）短接时，1.5V电池回路包括表头PA和分流器 R_1 两个电流支路，调节 R_p 可使表头指针满度，即为“0Ω”。回路电阻 R'_0 等于表头支路电阻（ $R_0 + R_p$ 左边）与分流器电阻（ $R_1 + R_p$ 右边）的并联值。

当在A、B两端间接入被测电阻 R_x 时（ R_x 串入了回路），回路电流减小。 R_x 越大，回路电流越小。当 $R_x = R'_0$ 时，回路电流减小为原来的一半，这时的 R_x 值称为中心阻值。所以，电流值间接反映了被测

电阻 R_x 的阻值，而欧姆表的刻度线则直接按欧姆值标示。

2. 量程转换原理

欧姆表量程转换原理如图 1-21 所示，实际上就是通过改变分流器的阻值来改变回路电阻 R_0 ，从而改变了中心阻值，也就改变了量程。

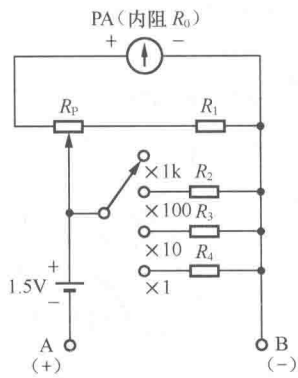


图 1-21 欧姆表量程转换原理

例如，当欧姆表置于“ $\times 1k$ ”挡时，分流器的阻值为 R_1 ，而置于“ $\times 100$ ”挡时， R_2 与 R_1 并联，使 R_0 减小为原来的 $\frac{1}{10}$ ，中心阻值相应地也减小为原来的 $\frac{1}{10}$ 。

当欧姆表置于“ $\times 10k$ ”挡时，表内换用 15V 高压电池，如图 1-22 所示。由于回路电压提高了 10 倍，与“ $\times 1k$ ”挡相比，在保持回路电流不变的情况下（表针指示不变），被测电阻 R_x 必须增大 10 倍，即量程扩大了 10 倍。

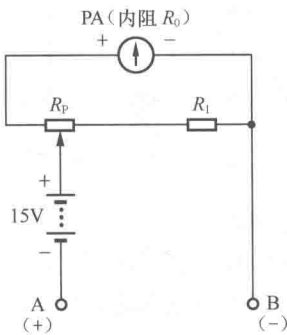


图 1-22 高压电池扩大量程

3. 读数方法

欧姆表刻度线的特点是，刻度线最右边为“ 0Ω ”，最左边为“ ∞ ”，这是一条非线性刻度。欧姆表表针在刻度线上指示的读数方法是，表针所指数值乘以量程挡位，即为被测电阻的阻值。

在图 1-23 示例中，当测量选择开关位于“ $\times 1$ ”挡时，指示值为 20Ω 。当测量选择开关位于“ $\times 10$ ”挡时，指示值为 200Ω 。当测量选择开关位于“ $\times 1k$ ”挡时，指示值为 $20k\Omega$ ，依此类推。

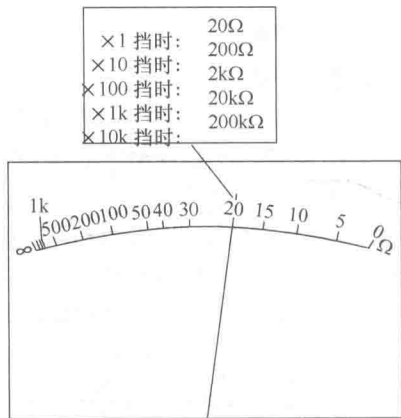


图 1-23 欧姆表读数方法

1.4 万用表的使用方法

使用万用表前，首先应该装上电池、插入表笔、调零等准备工作，然后根据测量对象选择挡位和量程。测量中还应注意防止读数误差。

1.4.1 基本使用方法

由于电阻挡必须使用直流电源，因此，使用前应给万用表装上电池。一般万用表的电池盒设计在表背面，图 1-24 所示为 MF47 万用表背面的电池盒。打开电池盒盖后，可见两个电池仓，如图 1-25 所示。左边是低压电池仓，装入一枚 1.5V 的 2 号电池。右边是高压电池仓，装入一枚 15V 的层叠电池。

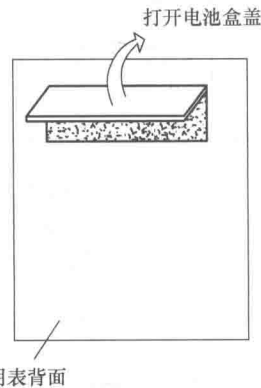


图 1-24 万用表的电池盒

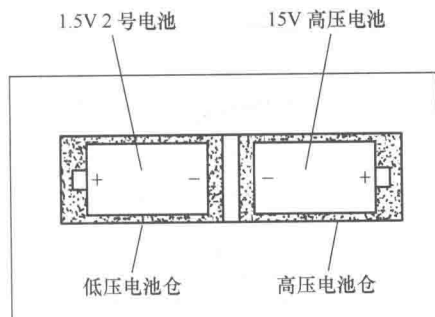


图1-25 低压与高压电池仓

接下来将表笔（测试棒）插入万用表插孔中，一般习惯上将红表笔插入“+”表笔插孔，黑表笔插入“-”表笔插孔，如图1-26所示。这时，这个万用表就可以正常使用了。

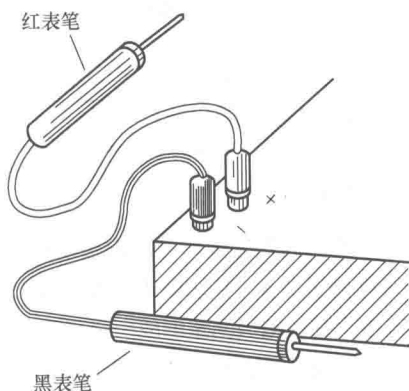


图1-26 连接表笔

1. 机械调零

万用表在使用前，还应检查表针是否指在机械零位上。即表针在静止时，是否准确指在刻度线最左边的“0”位上。如表针指示不在“0”位上，应如图1-27所示，用小螺丝刀缓慢旋转表头下边的机械调零器，调节表针的静止位置使其准确指“0”。

2. 选择挡位和量程

万用表的挡位和量程如图1-28所示。使用万用表进行测量时，首先应根据测量对象选择相应的挡位，然后根据测量对象的估计大小选择合适的量程。例如测量220V市电，可选择“交流电压250V”挡。如果无法估计测量对象的大小，就应先选择该挡位的最大量程，然后逐步减小，直至能够准确读数。

3. 正确读数

测量时应注意，尽量使表针偏转角度大一些，即

使表针指示在刻度线的中间及偏右位置，如图1-29所示。因为万用表表针偏转角度较大时测量精度较高，特别是电阻、电容、电感、电平等非线性刻度线，中间及偏右位置比较准确。

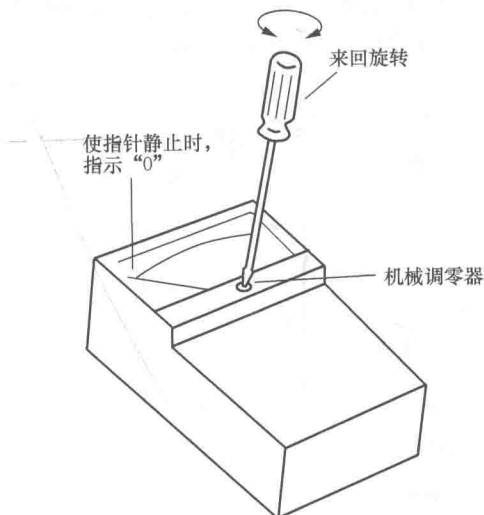


图1-27 机械调零

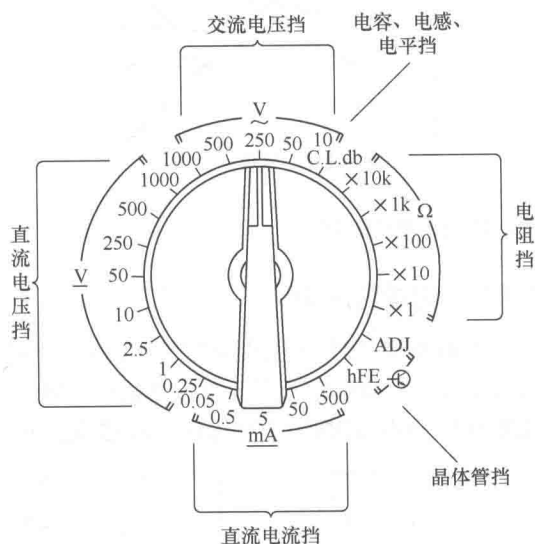


图1-28 挡位和量程

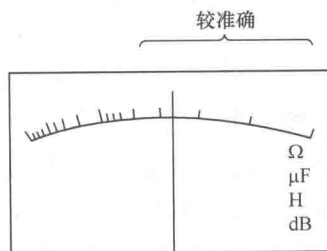


图1-29 指针偏转较大时，测量较准确

读数时,眼睛应垂直于表面观察表针,才能正确读数。如果视线不垂直,将会产生视差,使得读数出现误差,如图1-30所示。为了消除视差,MF47等万用表在表面的标度盘上都装有反光镜,如图1-31所示。读数时,应移动视线使表针与反光镜中的表针镜像重合,这时的读数没有视差。

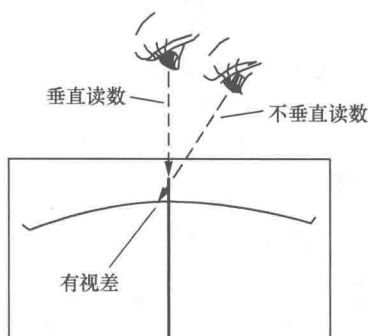


图1-30 读数视差

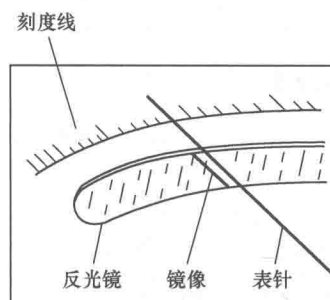


图1-31 反光镜消除视差

1.4.2 测量直流电流

测量直流电流时,作为电流表的万用表应串入被测电路,如图1-32所示。既可以串入电源正极与被测电路之间,当然也可以串入被测电路与电源负极之间。

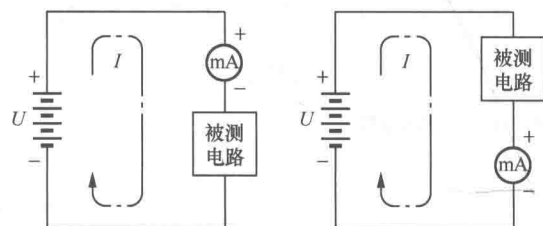


图1-32 串联测量电流

测量500mA及其以下直流电流时,转动万用表上的测量选择开关至所需的“mA”挡,如图1-33所示。测量500mA以上至5A的直流电流时,将测量选择开关置于“500mA”挡,并将正表笔改插入

“5A”专用插孔,如图1-34所示。

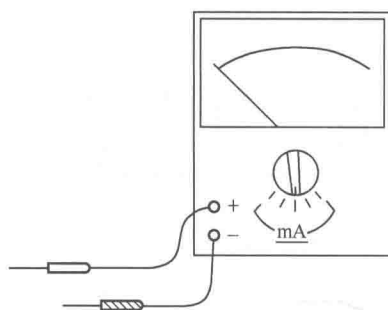


图1-33 选择电流挡位

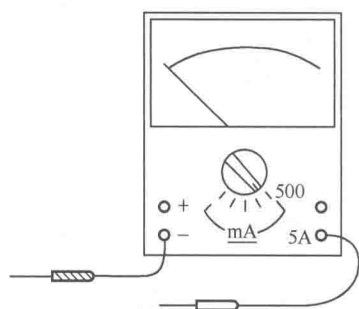


图1-34 测量大电流时

图1-35所示为测量晶体管集电极电流示意图。首先断开电源开关S,并切断电阻 R_c 与VT集电极之间的连接,在集电极回路形成一个开口。然后将万用表正表笔接回路开口处 R_c 一侧,负表笔接VT集电极,接通电源开关S,表针即指示出被测晶体管的集电极电流值。

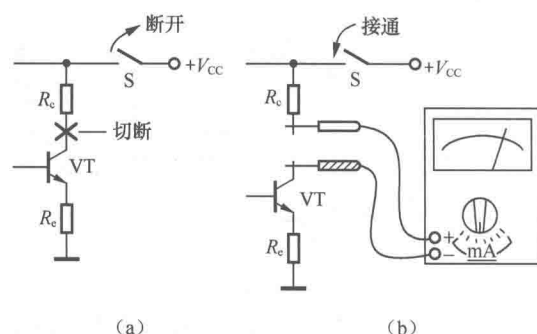


图1-35 测量晶体管集电极电流

1.4.3 测量直流电压

测量直流电压时,万用表作为直流电压表,直接并接于被测电压两端。例如,在图1-36所示电路中,需测量电阻 R_2 上的压降,将电压表并接于 R_2 上即可。

测量1000V及其以下直流电压时,转动万用表

上的测量选择开关至所需的“直流V”挡，如图1-37所示。测量1000 ~ 2500V的直流电压时，将测量选择开关置于“直流1000V”挡，并将正表笔改插入“2500V”专用插孔，如图1-38所示。

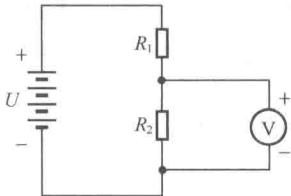


图1-36 并联测量电压

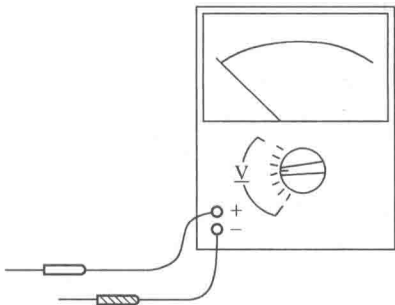


图1-37 选择直流电压挡位

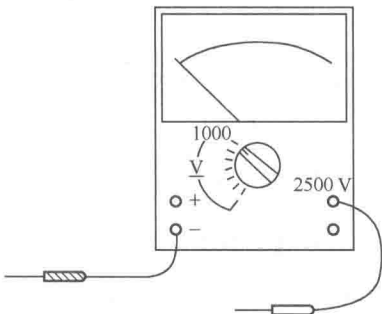


图1-38 测量直流大电压时

图1-39所示为测量晶体管发射极电压 (R_e 上的压降) 的示意图。将正表笔接VT发射极、负表笔接地 (即万用表并接于电阻 R_e 上)，表针即指示出被测晶体管的发射极电压值。

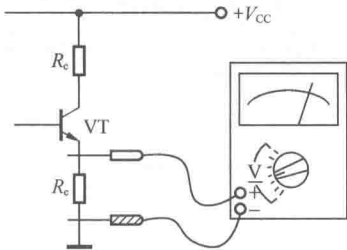


图1-39 测量晶体管发射极电压

1.4.4 测量交流电压

测量交流电压与测量直流电压相似，不同之处是两表笔可以不分正、负。测量1000V及其以下交流电压时，转动万用表上的测量选择开关至所需的“交流V”挡，如图1-40所示。测量1000 ~ 2500V的交流电压时，将测量选择开关置于“交流1000V”挡，并将正表笔改插入“2500V”专用插孔，如图1-41所示。

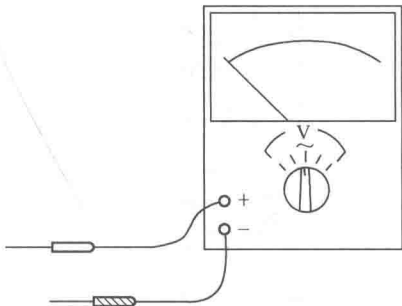


图1-40 选择交流电压挡位

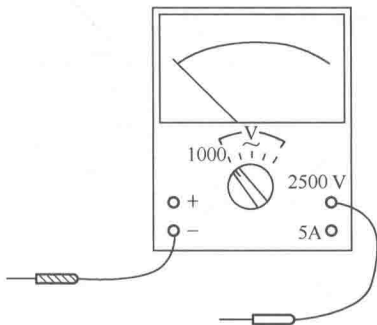


图1-41 测量交流大电压时

图1-42所示为测量电源变压器次级电压示意图。万用表两表笔不分正、负分别接电源变压器次级两引出端，表针即指示出被测交流电压值。

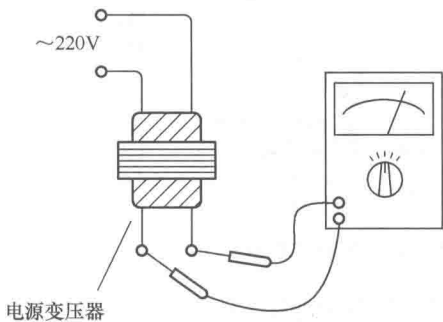


图1-42 测量变压器次级电压