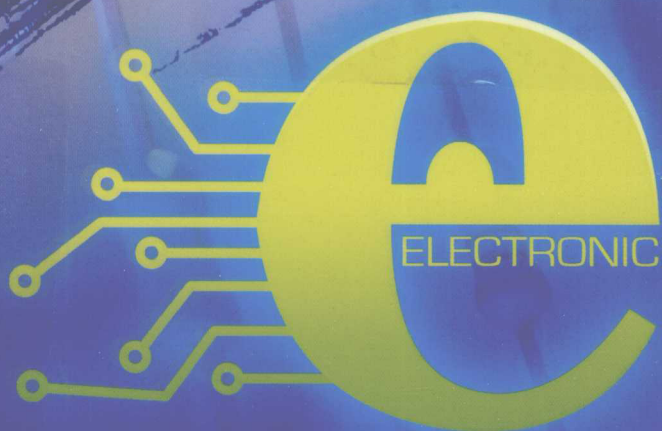


# 电子爱好者 入门要诀

DIANZI AIHUAOZHE  
RUMEN YAOJUE

(技能篇)

柳淳等 编



中国电力出版社  
[www.cepp.com.cn](http://www.cepp.com.cn)

# 电子爱好者

# 入门要诀

DIANZI AIHAOZHE

RUMEN YAOLJUE

【技能篇】

柳淳等 编

前言

本书是根据《电子爱好者入门要诀》一书编撰的

本书共分两篇，第一篇为入门要诀，第二篇为技能篇

衷心感谢

育步



中国电力出版社

www.cepp.com.cn

## 内 容 提 要

本书是实用电子技术的人门读物。全书采用要诀、说明与图解相结合的形式，将电子技术和实用操作技能编写成要诀形式介绍给广大电子初学者，要诀朗朗上口、易懂好记。本书内容丰富、图文并茂、实用操作性强。主要内容包括万用表使用、电子制作、单片机开发应用、电路故障排查、电子电器维修与数字电视接收的技能与技巧。

本书适合零起点的电子爱好者、中小學生及广大青少年阅读，也可供职业高中、技工学校相应专业的师生参考，还可作为广大电工自学电子技术，以及进城务工人员学习电子技能的指导书。

## 图书在版编目 (CIP) 数据

电子爱好者入门要诀·技能篇 / 柳淳等编. —北京: 中国电力出版社, 2010. 2

ISBN 978 - 7 - 5123 - 0111 - 5

I. ①电… II. ①柳… III. ①电子技术 - 基本知识  
IV. ①TN

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2010) 第 025362 号

中国电力出版社出版、发行

(北京三里河路 6 号 100044 <http://www.cepp.com.cn>)

北京市同江印刷厂印刷

各地新华书店经售

\*

2010 年 6 月第一版 2010 年 6 月北京第一次印刷

710 毫米 × 980 毫米 16 开本 30.5 印张 594 千字

印数 0001—3000 册 定价 49.00 元

## 敬告读者

本书封面贴有防伪标签，加热后中心图案消失  
本书如有印装质量问题，我社发行部负责退换

版权专有 翻印必究

# 前言



电子技术是研究电子器件、电子电路及其应用的科学技术。电子技术的广泛应用促进了工农业生产和国防科技事业的发展，同时也丰富了人们的物质文化生活。为了普及电子科学知识，适应社会对高素质劳动者和技能型人才的迫切需要，帮助广大青少年及电子爱好者尽快掌握电子技术的技能与技巧，在出版《电子爱好者入门要诀》后，开始编写《电子爱好者入门要诀（技能篇）》，作为电子爱好者学习电子技术入门后的学习参考书。

技能就是掌握和运用专门技术的能力。我国的职业教育（包括成人就业职业培训、在岗技工技能提高和工程技术人员再教育等）正在向技能培养方向发展。帮助读者提高专业技能，为我国电子职教事业尽微薄之力，是作者多年的心愿。为此，本书在编写内容上承前启后，由浅入深，由简到繁，循序渐进，注重反映电子科学发展的最新技术及其应用。希望通过本书的学习，让读者做到仪器仪表会使用，电子器具（装置）会制作，电路故障会排查，电子电器会维修，数字电视会接收与单片机会开发应用；在编写方法上采用“授之鱼与授之渔”相结合，重点介绍“方法、思路、实例”，使一般读者一看就懂，进而学到实用技能，增强动手能力；在编写方式上采用要诀、说明与图解相结合，将常用的电子操作技能与技巧变成简练流畅、合辙押韵的要诀，朗朗上口，易懂好记。这种写法是本书区别同类其他图书的最大特点。

本书共分6章：第1章万用表使用技能与技巧；第2章电子制作技能与技巧；第3章单片机开发应用技能与技巧；第4章电路故障排查技能与技巧；第5章电子电器维修技能与技巧；第6章数字电视接收技能与技巧。

本书适合零起点的电子爱好者、中小學生及广大青少年阅读，也可供中等职业学校电子类各专业的师生参考，还可作为广大电工自学电子技术，以及进城务工人员学习电子技术的指导书。

参加本书编写、插图、绘图工作的还有谭雨箭、周冬桂、刘旭毅、廖惠玲、刘静敏、罗志凌等。

鉴于电子技术发展日新月异，作者采用要诀形式讲述电子技术是一种尝试，有些要诀的文字还不太顺畅，表达的意思不够完整，恳请专家和广大读者多提宝贵意见和建议。

电子邮箱：xygd802@163.com。

编者

# 目 录



## 前言

<b>第1章 万用表使用技能与技巧</b> .....	1
1.1 指针式万用表 .....	1
1.1.1 指针式万用表的结构 .....	1
1.1.2 指针式万用表的工作原理 .....	4
1.1.3 使用指针式万用表的注意事项 .....	7
1.2 数字式万用表 .....	10
1.2.1 数字式万用表的结构 .....	10
1.2.2 数字式万用表的工作原理 .....	12
1.2.3 数字式万用表的使用方法 .....	14
1.2.4 使用数字式万用表的注意事项 .....	16
1.3 用万用表检测常用元器件 .....	18
1.3.1 电阻器的检测 .....	18
1.3.2 电位器的检测 .....	20
1.3.3 电容器的检测 .....	21
1.3.4 电感器的检测 .....	23
1.3.5 二极管的检测 .....	24
1.3.6 三极管的检测 .....	26
1.3.7 场效应管的检测 .....	29
1.3.8 晶闸管的检测 .....	32
1.3.9 扬声器与耳机的检测 .....	34
1.3.10 传声器的检测 .....	35
1.3.11 光电三极管的检测 .....	36
1.3.12 光电耦合器的检测 .....	36
1.3.13 石英晶体的检测 .....	38
1.3.14 陶瓷滤波器的检测 .....	40

1.3.15	声表面波滤波器的检测	40
1.3.16	电磁式继电器的检测	41
1.3.17	集成稳压器的检测	42
1.3.18	电子管的检测	43
1.4	用万用表检测电子电器的方法	44
1.4.1	电阻检测法	44
1.4.2	电压检测法	46
1.4.3	电流检测法	48
1.5	万用表使用技巧	50
1.5.1	用指针式万用表判定变压器和互感线圈的同名端	50
1.5.2	用指针式万用表检测红外遥控器	51
1.5.3	用指针式万用表判断来电显示电话机内晶体振荡状况	51
1.5.4	用指针式万用表判断旧干电池	53
1.5.5	指针式万用表一挡两用量程的使用	53
1.5.6	巧用指针式万用表 LV 刻度线	55
1.5.7	用数字万用表判别交流电源相线	56
1.5.8	用数字万用表电容挡作音频信号源	56
1.5.9	用数字万用表电容挡测量电感器	58
1.5.10	用数字万用表检测单色发光二极管	59
<b>第2章</b>	<b>电子制作技能与技巧</b>	<b>61</b>
2.1	手工焊接技术	61
2.1.1	电烙铁的种类	61
2.1.2	电烙铁的选用	64
2.1.3	使用电烙铁的注意事项	65
2.1.4	电烙铁的常见故障及排除方法	66
2.1.5	焊料及焊剂的选用	68
2.1.6	手工焊接基本方法	70
2.1.7	手工焊接操作步骤	73
2.1.8	手工焊接要领	73
2.1.9	印制电路板的焊接	77
2.1.10	集成电路的拆卸与焊接	80
2.2	印制电路板设计与制作	82
2.2.1	印制电路板的组成及术语	82

2.2.2	印制电路板手工设计的基本原则 .....	84
2.2.3	印制电路板上元器件布设原则 .....	87
2.2.4	印制电路板布设导线的一般方法和要求 .....	88
2.2.5	制作印制电路板的步骤 .....	90
2.2.6	手工刀刻制作印制电路板 .....	93
2.2.7	集成电路实验板(面包板)插接技巧 .....	93
2.3	电子控制电路的制作 .....	97
2.3.1	光控电路的制作 .....	97
2.3.2	声控电路的制作 .....	99
2.3.3	温控电路的制作 .....	101
2.3.4	红外线和热释电红外线控制电路的制作 .....	104
2.4	信号放大电路的制作 .....	107
2.4.1	小信号电压放大器的制作 .....	107
2.4.2	音频功率放大器的制作 .....	109
2.5	电源电路的制作 .....	111
2.5.1	直流稳压电源的制作 .....	111
2.5.2	充电器的制作 .....	114
2.5.3	充电应急灯的制作 .....	116
2.6	调整与测试 .....	120
2.6.1	调试的一般步骤 .....	120
2.6.2	分立元件放大器的调试 .....	122
2.6.3	放大器主要性能指标的测试 .....	125
2.6.4	集成运算放大器的调试 .....	129
2.6.5	振荡电路的调试 .....	132
2.6.6	分立元件 OTL 电路调试 .....	134
2.6.7	分立元件 OCL 电路调试 .....	135
<b>第3章</b>	<b>单片机开发应用技能与技巧 .....</b>	<b>137</b>
3.1	单片机的基础知识 .....	137
3.1.1	单片机的组成 .....	137
3.1.2	单片机的种类 .....	139
3.1.3	单片机的选型原则 .....	146
3.1.4	80C51 系列单片机选型指南 .....	149
3.1.5	PIC 系列单片机选型指南 .....	151

3.1.6	AVR 系列单片机选型指南 .....	153
3.1.7	单片机的应用领域 .....	156
3.2	汇编语言程序设计简介 .....	158
3.2.1	汇编语言程序设计步骤 .....	158
3.2.2	顺序程序设计 .....	159
3.2.3	查表程序设计 .....	160
3.2.4	循环程序设计 .....	164
3.2.5	分支程序设计 .....	166
3.2.6	子程序设计 .....	168
3.3	单片机外围接口电路及其应用 .....	170
3.3.1	模数转换器及其接口电路 .....	170
3.3.2	键盘接口电路及其应用 .....	174
3.3.3	数模转换器及其接口电路 .....	176
3.3.4	LED 数码管接口电路及其应用 .....	180
3.3.5	液晶显示器接口电路及其应用 .....	184
3.3.6	其他接口电路及其应用 .....	189
3.4	单片机应用系统的抗干扰技术 .....	195
3.4.1	干扰的耦合及传播途径 .....	195
3.4.2	电源系统的抗干扰措施 .....	197
3.4.3	地线系统的抗干扰措施 .....	199
3.4.4	过程通道的抗干扰措施 .....	200
3.4.5	软件抗干扰措施 .....	202
3.5	单片机应用系统设计 .....	206
3.5.1	单片机应用系统的组成 .....	206
3.5.2	单片机应用系统设计流程 .....	208
3.5.3	硬件电路设计 .....	210
3.5.4	软件设计 .....	212
3.6	综合应用实例 .....	215
3.6.1	单片机控制电子钟 .....	215
3.6.2	单片机控制温度报警系统 .....	221
3.6.3	单片机 8 路实时数据采集系统 .....	222
<b>第 4 章</b>	<b>电路故障排查技能与技巧 .....</b>	<b>232</b>
4.1	电子电路图的识读方法及技巧 .....	232



4.1.1	电路图的组成与形式	232
4.1.2	识读电路图应注意的问题	235
4.1.3	识读原理图的基本方法	237
4.1.4	直流等效电路分析法	239
4.1.5	交流等效电路分析法	240
4.1.6	识读方框图的方法	242
4.1.7	识读单元电路图的方法	245
4.1.8	识读集成电路应用电路图的方法	248
4.1.9	识读印制电路板图的方法	252
4.2	电子电路故障排查的基本方法	255
4.2.1	电子电路故障产生的原因	255
4.2.2	直接观察法	256
4.2.3	干扰检测法	258
4.2.4	开路检测法	260
4.2.5	短路检测法	261
4.2.6	加热检测法	264
4.2.7	替换检测法	265
4.3	单元电路故障的排查	265
4.3.1	开关电源电路故障的排查	265
4.3.2	音频功率放大电路故障的排查	271
4.3.3	振荡电路故障的排查	278
4.3.4	数字电路故障的排查	282
<b>第5章</b>	<b>电子电器维修技能与技巧</b>	<b>292</b>
5.1	常用维修工具	292
5.1.1	螺丝刀	292
5.1.2	钳子	295
5.1.3	镊子	297
5.1.4	扳手	297
5.1.5	手电钻与手摇钻	299
5.1.6	验电笔	300
5.1.7	电工刀	302
5.2	示波器的使用	303
5.2.1	示波器的基本组成及原理	303

5.2.2	示波器使用前的检查与探头校正	307
5.2.3	直流电压的测量	310
5.2.4	交流电压的测量	311
5.2.5	周期（或频率）的测量	311
5.2.6	相位差的测量	312
5.3	维修彩电 I <sup>2</sup> C 总线的技能与技巧	313
5.3.1	正确判定彩电 I <sup>2</sup> C 总线系统是否有故障	313
5.3.2	正确区分硬件故障与软件故障	316
5.3.3	采用逆向思维和空间想象的方法	318
5.3.4	采用仪表检测和具体分析相结合的方法	319
5.3.5	检测 CPU 的工作条件	320
5.4	维修数字高清 CRT 彩电的技能与技巧	321
5.4.1	数字变频板故障判定方法	321
5.4.2	数字变频板的故障检修	322
5.4.3	场扫描输出电路的故障检修	326
5.4.4	行扫描输出电路的故障检修	330
5.5	维修液晶彩电的技能与技巧	334
5.5.1	数字图像信号处理电路的故障检修	334
5.5.2	液晶彩电开关电源的故障检修	336
5.5.3	液晶显示屏背光灯驱动电路板的故障检修	339
5.6	维修等离子彩电的技能与技巧	342
5.6.1	不开机故障的检修	342
5.6.2	屏不亮、无声音或有声音、屏不亮故障检修	344
5.6.3	水平或垂直亮线（亮带）故障检修	347
5.6.4	有图像、无声音故障检修	348
5.7	维修卫星数字电视接收机的技能与技巧	349
5.7.1	电视屏幕显示“无卫星信号”故障检修	349
5.7.2	图像出现停顿或马赛克故障检修	351
5.7.3	电视图像正常，出现无伴音故障检修	352
5.7.4	有电视伴音，无图像或图像异常故障检修	354
5.8	维修有线数字电视机顶盒的技能与技巧	356
5.8.1	无图像故障检修	356
5.8.2	开机面板指示灯不亮故障检修	358

5.8.3	出现马赛克故障检修	359
5.8.4	接收频道较少故障检修	360
<b>第6章</b>	<b>数字电视接收技能与技巧</b>	<b>363</b>
6.1	数字电视的基础知识	363
6.1.1	数字电视的有关概念	363
6.1.2	数字信号的产生	369
6.1.3	数字信号的检错与纠错	370
6.1.4	传输码流及其复用	372
6.1.5	数字电视的传输方式	377
6.2	卫星数字电视接收技能与技巧	383
6.2.1	卫星数字电视接收系统的组成	383
6.2.2	卫星接收天线	384
6.2.3	高频头	387
6.2.4	卫星数字电视接收机	390
6.2.5	寻找卫星的方法与技巧	397
6.2.6	一锅多星的接收技巧	402
6.3	有线数字电视接收技能与技巧	408
6.3.1	有线数字电视机顶盒的种类	408
6.3.2	基本型有线数字电视机顶盒的组成	410
6.3.3	有线数字电视机顶盒的安装	413
6.3.4	网络故障对数字电视机顶盒的影响	416
6.3.5	外界干扰对接收数字电视的影响	422
6.3.6	有线数字电视机顶盒安装不当对接收数字电视的影响	425
6.4	地面数字电视的接收技能与技巧	426
6.4.1	国标地面数字电视机顶盒	426
6.4.2	地面数字电视接收棒	429
6.4.3	手机电视	432
6.5	高清数字电视接收技能与技巧	433
6.5.1	高清数字电视机与高清数字电视机顶盒的区别	433
6.5.2	高清数字电视机顶盒的组成	436
6.5.3	高清数字电视机顶盒的外部接口	438
6.5.4	高清数字电视机顶盒与高清电视机的连接	442
6.5.5	高清数字电视机顶盒的菜单应用	444

附录 A 我国内地和港澳地区卫星电视节目技术参数 .....	449
附录 B 全国主要城市接收卫星电视节目的仰角、方位角和极化角 .....	454
附录 C 数字电视技术常用缩略语 .....	460
参考文献 .....	473



## 1.1 指针式万用表

### 1.1.1 指针式万用表的结构

**要诀** 万用电表是个宝，制作、维修不可少，  
指针、数字两大类，五类测量为主要，  
电阻、电流与电压，压、流又分直和交，  
指针电表型号多，结构相同应知晓，  
表头、表盘与开关，调零旋钮很重要，  
表盘上印刻度线，表头是块微安表，  
选择项目转开关，量程挡位看需要，  
转换开关有两种，一只、两只任你挑，  
机械调零校指针，测量电阻零调好。

**说明** 万用表是一种多功能便携式的仪表，其特点是用途广、量程多、使用方便，是从事电子制作与电器维修不可缺少的基本测量仪表。万用表分指针式和数字式两大类，可用来测量电阻、直流电流、交流电流、直流电压、交流电压。

指针式万用表的型号较多，外形各异，但其基本结构与使用方法是相同的。指针式万用表由外壳、磁电式测量机构（简称表头）、测量电路、转换开关、调零电位器、表笔及其插孔（或接线柱）组成，下面以常用的MF47型与500型万用表为例，介绍万用表的结构及各部分的作用。

MF47型万用表外形如图1-1所示。它由表头、表盘、转换开关、调零电位器、四个表笔插孔、晶体管插孔及机械调零钮组成，各部分的作用如下：

(1) 表头。表头是指针式万用表的重要组成部分，它实际上是一块高灵敏度磁电式直流微安表。表头的好坏在很大程度上决定了万用电表性能的优劣，表头一般由指针、表盘、磁路系统及偏转系统组成，它的满刻度偏转电流一般只有几个微安至几百个微安，满刻度偏转电流越小，表头灵敏度也就越高。MF47型万用表使用的是内阻 $3.6\text{k}\Omega$ 、满度电流为 $50\mu\text{A}$ 的直流表头，而500型万用电表使用的是内阻 $2.8\text{k}\Omega$ 、满度电流为 $40\mu\text{A}$ 的直

【要诀】万用电表是个宝，制作、维修不可少

【要诀】指针、数字两大类，五类测量为主要，电阻、电流与电压，压（电压）、流（电流）又分直（直流）和交（交流）

【要诀】指针电表型号多，结构相同应知晓，表头、表盘与开关，调零旋钮很重要



流表头。

由于直流表头只允许电流从“+”极流入，从“-”极流出，所以万用电表的表笔插孔或接线柱上标有“+”和“-”的记号。在测量直流电压或电流时，若将极性接反，一方面读不出具体数值，另一方面有可能将指针打弯。使用时，切记注意这一点。

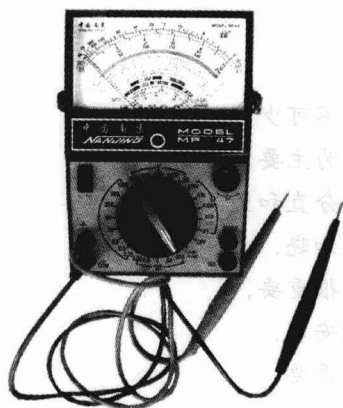


图 1-1 MF47 型万用表外形

(2) 表盘。由于万用电表的测量项目较多，为了便于指针读数，表盘上印有多条刻度线，并附有各种符号、字母加以说明。正确理解表盘上各种符号、字母的意义及各条刻度线的读法，是正确使用万用电表的关键之一。

MF47 型万用表的表盘上共有 6 条刻度线，如图 1-2 所示。从上往下依次是：电阻刻度线、电压电流刻度线、晶体管  $\beta$  值刻度线、电容刻度线、电感刻度线和电平刻度线。表盘上还装有反光镜，用以消除测量视差。

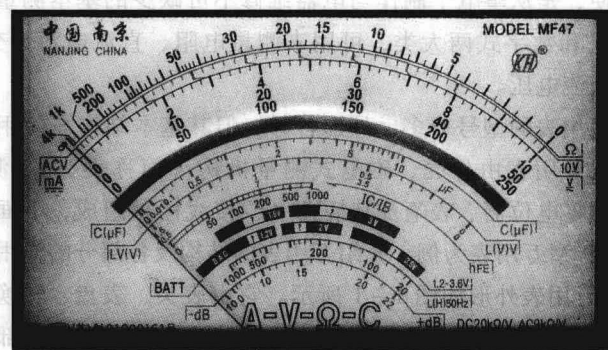


图 1-2 MF47 型万用表的表盘刻度线

(3) 转换开关。MF47 型万用表的面板下部中间是测量转换开关（见图 1-1），只需转动一个开关即可选择各量程挡位，使用方便。转换开关指示盘与表盘相对应，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 型万用表共有 4 个表笔插孔。面板左下角有正、负表笔插孔，一般

[要诀] 表盘上印刻度线，表头是块微安表

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 1000 ~ 2500V 交、直流电压时，正表笔应改为插入 2500V 专用插孔；当测量 500mA ~ 5A 直流电流时，正表笔应改为插入 5A 专用插孔。面板下部左上角是晶体管插孔，该插孔左边标注为“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。

而 500 型万用电表使用两只转换开关，其中一只用来选择测量项目，另一只用来选择量程，其面板结构如图 1-3 所示。图中 S1、S2 为转换开关旋钮，配合使用能选择测量项目和量程；S3 为零点校正螺钉，测试前应调整 S3，使万用表的指针指在标尺左侧的零刻度上；S4 为零欧姆调节旋钮，使用欧姆挡测量电阻时，

应首先将两只表笔短接并调节 S4，使指针在欧姆挡右侧标尺的零刻度上。测量中，如果更换量程，需重新调零；X1 为公共插口，插入黑表笔的插头；X2 为正插口 (+)，插入红表笔的插头；X3 为电平插口 (dB)，测量电平时，插入红表笔的插头；X4 为高压插口 (2500V)，测量高压时，插入红表笔的插头。例如，测量直流

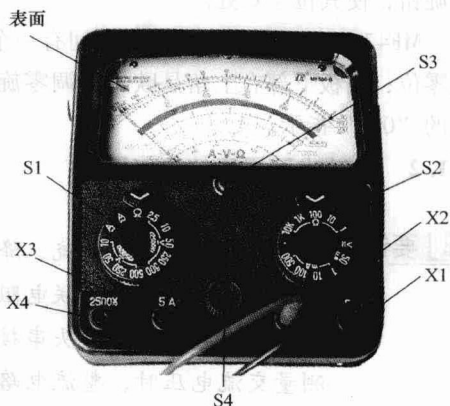


图 1-3 500 型万用表外形

电压时，右边的转换开关拨在“V”挡上，左边的转换开关拨在 250V 挡或其他量程的直流电压挡上，方可进行实际测量。利用转换开关选择量程时的读数有两种类型：一种是指表盘刻度的满度值，电压、电流挡属于这一种，例如，当量程开关拨在“250V”挡指这时刻度盘的满度读数为 250V；另一种是指倍乘值，电阻挡属于这一种。例如，量程开关拨在“ $R \times 100$ ”挡。指电阻刻度线上的读数应依次乘以 100。另外，两只转换开关上各有一个“\*”，当左边的转换开关拨在此处时，表示表头线圈被短路，因而指针的阻尼加强，抗振动能力得到提高，所以在携带或运输万用电表时，应将该旋钮拨在此处；当右边的转换开关拨在“\*”处时，表明表头线圈被断开，当有人不会使用电表或因粗心量程选择不对时，具有保护作用。

500 型万用电表除了上述利用转换开关来选择量程外，还利用改变表笔插头位置的方法改变测量量程。例如，当测量 2500V 交、直流电压时，

【要诀】选择项目转开关，量程挡位看需要，转换开关有两种，一只、两只任你挑



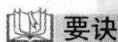
其中一只表笔插在“\*”处不动，另一只表笔则应插在标有“2500V”的插孔内。

万用电表上使用两只转换开关的优点是测量量程多，其缺点是使用起来不太方便，稍不注意容易出错，而将电表烧毁。

(4) 机械调零旋钮与电位器调零旋钮。机械调零旋钮的作用是，调整表头指针静止时的位置。万用电表不作任何测量时，其指针应停在表盘刻度线左端“0”刻度的位置上。若不在这个位置，调整该旋钮可使其到位。调零电位器旋钮只在测量电阻时使用，当被测元件的电阻为0或直接将两只表笔短接时，表头指针显然应指在0处。若指针不在0位置上，可调整该旋钮，使其位于0处。

MF47型万用表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；面板下部右上角是欧姆挡调零旋钮（见图1-1），用于校准欧姆挡的“0 $\Omega$ ”指示。

### 1.1.2 指针式万用表的工作原理



**要诀** 指针电表的原理，分流、降压要牢记，  
测量直流电流时，并联电阻要合适，  
测量直流电压时，表头串接电阻器，  
测量交流电压时，整流电路并、串式，  
测量电阻并串联，改变量程换阻值，  
用表要懂其原理，损坏维修好分析。

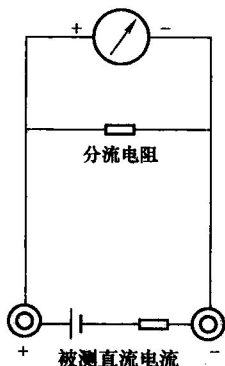
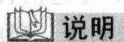


图1-4 测量直流电流基本原理图



**说明** 指针式万用表都是在灵敏电流微安表上并联或串联电阻器进行分流或降压，来扩展测量范围的，下面以MF47型万用表为例，介绍指针式万用表测量直流电流、电压、交流电压和电阻的基本原理及如何在灵敏电流微安表的基础上进行扩展。

(1) 测量直流电流。测量直流电流时，在表头上并联一个适当的电阻器（叫分流电阻器）进行分流，就可以扩展电流量程。改变分流电阻器的阻值，就能改变电流测量范围，如图1-4所示。

图1-5为MF47型万用表扩展多量程直流电流

[要诀] 机械调零校指针，测量电阻零调好

[要诀] 指针电表的原理，分流、降压要牢记

[要诀] 测量直流电流时，并联电阻要合适



实际电路图。它是根据分流电路原理设计制作的。

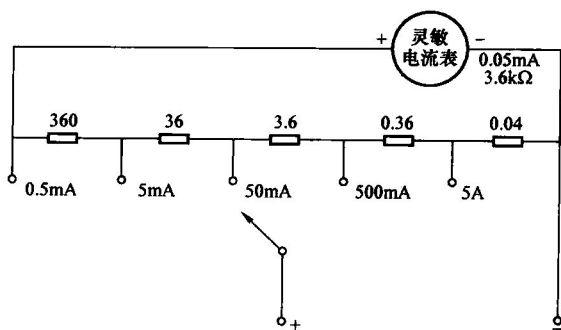
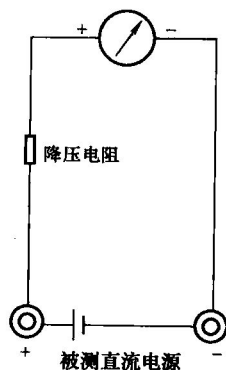


图 1-5 MF47 型万用表扩展多量程直流电流实际电路图

(2) 测量直流电压。测量直流电压时，在表头上串联一个适当的电阻器（称作降压电阻器）进行降压，就可以扩展电压量程。改变降压电阻器的阻值，就能改变电压的测量范围，如图 1-6 所示。

图 1-7 为 MF47 型万用表扩展多量程直流电压的实际电路。它是根据串联电阻降压原理设计制作的。



[要诀] 测量直流电压时，表头串接电阻器

图 1-6 测量直流电压基本原理图

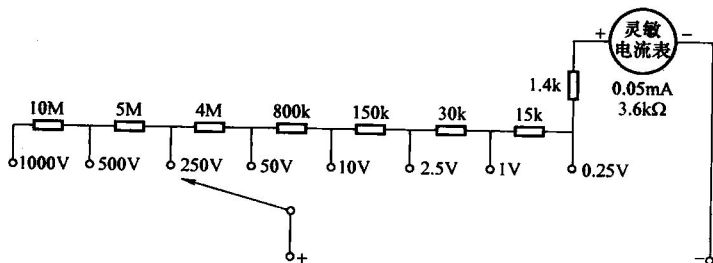


图 1-7 MF47 型万用表扩展多量程直流电压实际电路图

(3) 测量交流电压。因为表头是直流表，所以测量交流时，需加装一