图解电子技术快速入门

（修 订 版）

门 宏 编著

人民邮电出版社

需要全本请访问 www.ertongbook.com

内 容 提 要

本书是一本电子技术的入门读物。书中以图解的形式，较系统地介绍了电子技术的基本知识，内容涉及模拟万用表和数字万用表的基本性能和使用方法，常用元器件和集成电路的识别和检测方法，印制电路板的制作方法，元器件的代用与自制技巧，以及自制万用表、信号发生器、无线电检测仪等常用电子仪表的知识和技能，重点突出了实用技术和操作方法。全书图文并茂，直观易懂，内容丰富，实用性强。

本书适合广大电子技术初学者阅读，并可作为务工人员上岗培训的基础教材。

目　　录

第一章　怎样使用万用表……1

第一节　万用表……1

一、万用表的结构与功能……2

二、万用表的测量原理……10

三、万用表的使用方法……14

第二节　数字万用表……24

一、数字万用表的结构与功能……24

二、数字万用表的测量原理……33

三、数字万用表的使用方法……39

第二章　怎样识别和检测元器件……47

第一节　电阻器……47

一、认识电阻器……47

二、检测电阻器……55

第二节　电位器……57

一、认识电位器……57

二、检测电位器……62

第三节　电容器……64

一、认识电容器……64

二、检测电容器……73

第四节　可变电容器……77

一、认识可变电容器……77

二、检测可变电容器……81
第五节　电感器……82
一、认识电感器……82
二、检测电感器……87
第六节　变压器……89
一、认识变压器……89
二、检测变压器……97
第七节　继电器……99
一、认识继电器……99
二、检测继电器……105
第八节　扬声器与耳机……106
一、认识扬声器……106
二、认识耳机……111
三、检测扬声器与耳机……112
第九节　讯响器与蜂鸣器……114
一、认识讯响器与蜂鸣器……114
二、检测讯响器与蜂鸣器……118
第十节　话筒……120
一、认识话筒……120
二、检测话筒……126
第十一节　磁头……128
一、认识磁头……128
二、检测磁头……132
第十二节　晶体……133
一、认识晶体……133
二、检测晶体……137
第十三节　晶体二极管……139

一、认识晶体二极管…… 139
二、检测晶体二极管…… 146
第十四节　稳压二极管…… 148
一、认识稳压二极管…… 148
二、检测稳压二极管…… 153
第十五节　发光二极管与 LED 数码管 …… 154
一、认识发光二极管与 LED 数码管 …… 154
二、检测发光二极管与 LED 数码管 …… 161
第十六节　液晶显示屏…… 165
一、认识液晶显示屏…… 165
二、检测液晶显示屏…… 169
第十七节　晶体三极管…… 170
一、认识晶体三极管…… 170
二、检测晶体三极管…… 177
第十八节　场效应管…… 180
一、认识场效应管…… 180
二、检测场效应管…… 187
第十九节　单结晶体管…… 189
一、认识单结晶体管…… 189
二、检测单结晶体管…… 193
第二十节　晶体闸流管…… 194
一、认识晶体闸流管…… 194
二、检测晶体闸流管…… 201
第二十一节　光电二极管…… 204
一、认识光电二极管…… 204
二、检测光电二极管…… 208
第二十二节　光电三极管…… 209

需要全本请访问 www.ertongbook.com

一、认识光电三极管……209
二、检测光电三极管……213
第二十三节　光电耦合器……215
一、认识光电耦合器……215
二、检测光电耦合器……218

第三章　怎样识别和使用集成电路……221

第一节　集成稳压器……221
一、认识集成稳压器……221
二、常用集成稳压器……224
第二节　时基集成电路……228
一、认识时基集成电路……228
二、时基集成电路的典型应用……232
第三节　集成运算放大器……235
一、认识集成运算放大器……235
二、常用集成运算放大器……240
第四节　数字集成电路……244
一、认识数字集成电路……244
二、门电路……247
三、触发器……249
四、计数器……251
五、译码器……252
六、移位寄存器……253
七、模拟开关……254
八、数字运算电路……255
九、常用 CMOS 数字集成电路……256

第四章　怎样掌握制作技巧……266
第一节　制作印制电路板……266
一、设计印制电路板的一般原则……266
二、设计中的注意事项……269
三、制作步骤与方法……271
第二节　焊接技巧……276
一、印制电路板的处理……276
二、元器件引脚与导线线头的处理……277
三、焊点形状的控制……280
第三节　元器件安装……282
一、安装方式……282
二、CMOS 电路空闲引脚的处置……285
三、屏蔽线与屏蔽罩……288
第四节　元器件的代用……291
一、电阻器的代用……291
二、电容器的代用……294
三、晶体二极管的代用……296
四、晶体三极管的代用……297
五、光电三极管的代用……300
六、晶体闸流管的代用……301
七、电源变压器的代用……302
第五节　自制元器件……308
一、自制电阻器……308
二、自制电容器……310
三、自制电感器……313
四、自制光电耦合器……315

五、自制继电器……316
六、自制电源变压器……320

第五章　怎样自制电子仪表……325

第一节　自制模拟万用电表……325
一、电路分析……325
二、制作与调试……328
第二节　自制音频信号发生器……334
一、电路分析……334
二、制作与调试……338
第三节　自制高频信号发生器……342
一、电路分析……342
二、制作方法……345
三、调试与使用……348
第四节　自制无线电综合检测仪……352
一、特点与功能……352
二、电路分析……354
三、制作与调试……362

第一章　怎样使用万用表

万用表是万用电表的习惯简称，它是最基本、最常用的电子仪表，也是业余无线电和电子制作必不可少的重要工具。熟悉和掌握万用表的基本性能和使用方法，是检测元器件、调试电路、进行电子制作的基础。

第一节　万　用　表

万用表品种繁多，性能各异，可分为模拟万用表和数字万用表两大类。模拟万用表采用微安表头作为测量指示，传统意义上的万用表是指模拟万用表，外形如图 1-1 所示。本节介绍使用最为广泛的模拟万用表（在本书中简称万用表）。



图 1-1

需要全本请访问 www.ertongbook.com

一、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 1-2 所示。因此，也有人将万用表称为三用表。万用表的功能较多，各型号万用表的功能不尽相同，但都包括以下基本功能：测量直流电流、测量直流电压、测量交流电压及测量电阻。许多万用表还具有以下派生功能：测量音频电平、测量电容、测量电感及测量晶体管直流参数等，如图 1-3 所示。

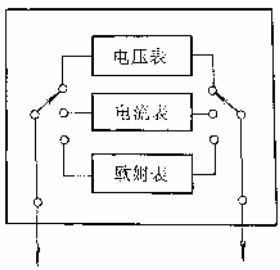


图 1-2

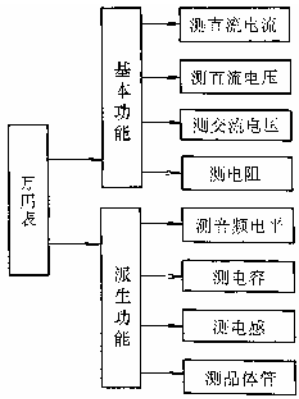


图 1-3

1. *万用表的结构*

图 1-4 所示为万用表的基本电路结构框图，万用表由以下 5 大部分组成：

（1）表头及表头电路，用于指示测量结果；

（2）分压器，主要用于测量交、直流电压；

（3）分流器，主要用于测量直流电流；

（4）电池、调零电位器等，用于测量电阻；

（5）测量选择电路，用于选择挡位和量程。

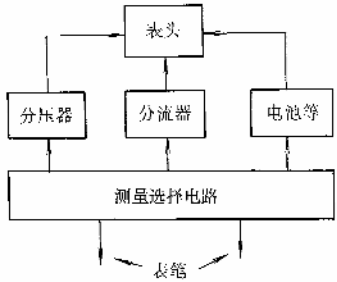


图 1-4

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 1-5（a）所示。图 1-5（b）为磁电式微安表头结构和工作原理示意图，在马蹄形永久磁铁极掌间的强磁场中，放置一线圈，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指针，即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 1-6 所示为硅二极管保护电路，二极管 VD_1、VD_2 反向并接在表头两端，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。

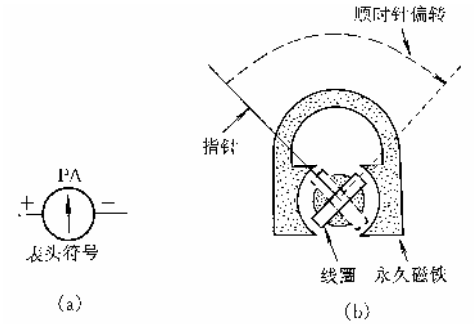


图 1-5

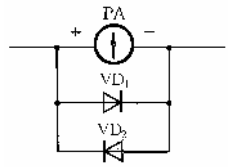


图 1-6

万用表的型号很多，本节以 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，比较适合业余爱好者使用。

MF47 型万用表外形见图 1-7，它由提把、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。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 1-8 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、电感刻度线和电平刻度线。标度盘上还装有反光镜，用以消除视差。面板下部中间是测量选择开关（见图 1-7），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

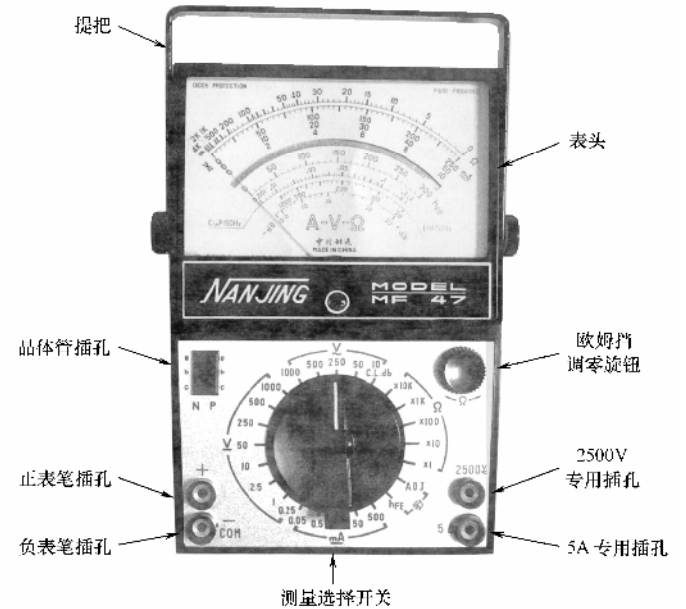


图 1-7

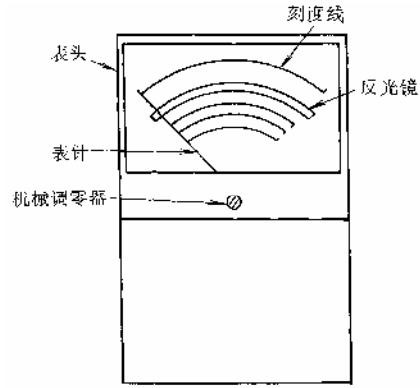


图 1-8

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 2500$\underline{\underset{\sim}{V}}$ 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，操作示意如图 1-9 所示。面板下部右上角是欧姆挡调零旋钮（见图 1-7），用于校准欧姆挡的“0Ω”指示。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

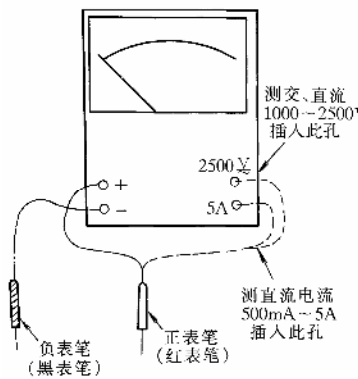


图 1-9

注为“P”，检测 PNP 型晶体管时插入此孔，如图 1-10 所示。

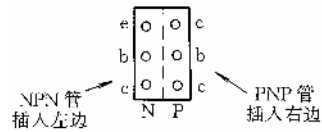


图 1-10

2. *万用表的功能*

MF47 型万用表量程齐全，共具有 8 大类 34 个测量挡位，如表 1-1 所示，包括测量直流电流、直流电压、交流电压、电阻的 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 型万用表测量对象及范围

测 量 对 象	测 量 范 围	挡 位 数
直流电流	0～5A	6
直流电压	0～2500V	9
交流电压	0～2500V	6
电阻	0～∞（可读 0～40MΩ）	5
音频电平	－10～＋62dB	5
电容	0.001～0.3μF	1
电感	20～1000H	1
晶体管直流参数	β：0～300，I_{cbo}，I_{ceo}	1

（1）直流电流挡测量范围为 0～5A，分为 0.05mA、0.5mA、5mA、50mA、500mA、5A 等 6 挡，如表 1-2 所示。其中，5A 挡使用 5A 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

	挡　　位	量　　程	备　　注
直流电流	0.05mA	0～50μA	
	0.5mA	0～0.5mA	
	5mA	0～5mA	
	50mA	0～50mA	
	500mA	0～500mA	
	5A	0～5A	5A 专用插孔

（2）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，如表 1-3 所示。其中，2500V 挡使用 2500V 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

	挡　　位	量　　程	备　　注
直流电压	0.25V	0～250mV	
	1V	0～1V	
	2.5V	0～2.5V	
	10V	0～10V	
	50V	0～50V	
	250V	0～250V	
	500V	0～500V	
	1000V	0～1000V	
	2500V	0～2500V	2500V 专用插孔

（3）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，如表

1-4 所示。其中，2500V 挡使用 2500V 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

	挡　位	量　程	备　注
交流电压	10V	0～10V	
	50V	0～50V	
	250V	0～250V	
	500V	0～500V	
	1000V	0～1000V	
	2500V	0～2500V	2500V 专用插孔

（4）电阻挡具有×1、×10、×100、×1k、×10k 等 5 挡，如表 1-5 所示。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

	挡　位	可读量程	中心阻值
电阻	×1	0～4kΩ	22Ω
	×10	0～40kΩ	220Ω
	×100	0～400kΩ	2.2kΩ
	×1k	0～4MΩ	22kΩ
	×10k	0～40MΩ	220kΩ

（5）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，如表 1-6 所示。

（6）电容测量使用交流 10V 挡，测量范围为 1000pF～0.3μF，如表 1-7 所示。

表 1-6　　MF47 型万用表音频电平测量范围

	挡　　位	量　　程
音频电平	10V	−10～+22dB
	50V	+4～+36dB
	250V	+18～+50dB
	500V	+24～+56dB
	1000V	+30～+62dB

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	10V	1000pF～0.3μF
电感		20～1000H

（7）电感测量也使用交流 10V 挡，测量范围为 20～1000H，如表 1-7 所示。

（8）测量晶体管直流参数时，β 值测量具有 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“$R\times1k$”挡，测量范围为 0～60μA。如果 I_{ceo} 较大，可使用“$R\times100$”挡，测量范围为 0～600μA，如表 1-8 所示。

表 1-8　　MF47 型万用表晶体管直流参数测量范围

	项　　目	挡　　位	量　　程
晶体管	β	h_{FE}	0～300
	I_{cbo}	$R\times1k$	0～60μA
	I_{ceo}	$R\times1k$	0～60μA
		$R\times100$	0～600μA

需要全本请访问 www.ertongbook.com