



中等职业教育“十二五”规划教材

项目式教学

电子技术

基本理论与技能

范 忻 肖诗海 主 编
刘起义 余铁梅 副主编



新版



国防工业出版社

National Defense Industry Press

中等职业教育“十二五”规划教材

电子技术基本理论与技能

范 忻 肖诗海 主 编

刘起义 余铁梅 副主编

国防工业出版社

·北京·

内 容 简 介

本书依据教育部最新颁布的中等职业技术学校电子技术基础与技能教学大纲,并参照行业的相关职业技能鉴定标准编写而成。教材的编写是以项目任务为主线,以具体工作过程为导向来实施课程教学的。

本书设有10个项目:电子元器件的识别与检测、直流稳压电源的组装与调试、音频功放的安装与调试、收音机的组装与调试、制作多路选择器、制作电子数字钟、制作振荡电路、制作家用调光台灯、555 时基电路应用、数模与模数转换技术。教材突出实用,图文并茂。

本书配合《电工技术基本理论与技能》一书使用,可作为中等职业学校电子电器应用与维修专业、电子与信息技术专业、电子技术与应用专业、电气自动化专业、机电一体化专业和计算机专业的基础理论与技能课程的教材,也可供相关专业的工程人员和技术工人参考。

※

国防工业出版社出版发行

(北京市海淀区紫竹院南路23号 邮政编码100048)

天利华印刷装订有限公司印刷

新华书店经售

*

开本 787×1092 1/16 插页2 印张15 字数373千字

2010年6月第1版第1次印刷 印数1—4000册 定价28.00元

(本书如有印装错误,我社负责调换)

国防书店:(010)68428422

发行邮购:(010)68414474

发行传真:(010)68411535

发行业务:(010)68472764

前言

《教育部关于进一步深化中等职业教育教学改革的若干意见》【2008】8号文中指出“要高度重视实践和实训教学环节,突出‘做中学、做中教’的职业教育教学特色”,对职业教育的教学内容、教学方法的改革提出了明确的要求。本书正是以教育部最新颁布的中等职业学校电子技术基础与技能教学大纲为依据,并参照行业的相关职业技能鉴定标准编写的。本教材的编写,在本着让学生掌握基本知识的基础上,强化操作技能、职业素养和综合能力的培养,使学生既有看懂电路原理图的能力,又有正确选择合适的电子元器件的能力;既有安装简单电路的能力,又具有查找电路简单故障和维修的能力。在编写过程中,通过对武汉市富士康科技集团、广东步步高电子工业有限公司、美的集团武汉制冷设备有限公司等部分相关大中型企业进行调研,注重吸收电子技术领域中的新知识、新技术、新工艺、新方法。全书共计10个项目13个任务,均以实用电子制作为主线,以具体工作任务为驱动来展开教学。

本教材在内容组织、结构编排等方面都较传统教材做出了重大改革,每个项目均由“项目情景展示”、“项目学习目标”、“工作任务”、“知识链接”和“项目学习评价小结”5个模块组成。通过指导学生完成项目任务,进而学习基本理论知识;再通过对基本理论知识的学习,反思项目工作任务中的实践操作过程,充分体现理论与实践的结合。教学方式强调“先做再学,边做边学”,变学生对单纯知识的被动学习为对实用技能的主动探究,树立起主动学习的信心和兴趣。

在项目的选择上,充分考虑到各学校教学设备的状况,具有实验材料易得、制作容易、实用性强等特点。在实施过程中,既可以采用万能实验板制作,也可以在现有的实验板或电子电工实验台上完成。

本书由武汉市教育科学院职业与成人教育教研室范忻、武汉市第二职业教育中心学校肖诗海任主编,并完成全书统稿;武汉市第二职业教育中心学校刘起义、武汉市工业科技学校余铁梅任副主编。参加编写的其他教师有:武汉市第三职业教育中心学校陈晓萍、广东省佛山市高级技工学校陈炳钦、武汉市东西湖职业技术学校毕红林、武汉市黄陂高级职业技术学校蒋球峰、武汉市第一商业学校高飞、武汉市机电工程学校黄安、武汉市江夏职业技术学校王玉华、武汉市石牌岭职业高级中学李俭、付克达。参编教师分工如下:刘起义、范忻、陈晓萍编写项目一;毕红林、肖诗海、蒋球峰编写项目二;陈炳钦、肖诗海编写项目三;余铁梅、肖诗海编写项目四;刘起义、范忻编写项目五;高飞、刘起义编写项目六;肖诗海、黄安编写项目七;王玉华、刘起义、肖诗海编写项目八;范忻、李俭编写项目九;肖诗海、付克达编写项目十。在本书编写过程中,得到了武汉市相关中职学校领导,行业、企业专家的大力支持,武汉市电子信息职业技术学校、武汉电子电工教研中心程立群主任对本书内容进行了审定,在此一并深表谢意!

另附教学建议学时表如下,在实施中任课教师可根据具体情况适当调整和取舍。

学时分配参考表(建议每周5学时,一学年完成)

序 号	内 容	建议学时数
项目一	常用电子元器件的识别与检测	14
项目二	直流稳压电源的组装与调试	12
项目三	音频功放的安装与调试	18
项目四	收音机的组装与调试	10
项目五	制作多路选择器	16
项目六	制作电子数字钟	12
项目七	制作振荡电路	8
项目八	制作家用调光台灯	10
项目九	555 时基电路应用	10
项目十	数模与模数转换技术	10
总学时数		120

由于编者水平有限,疏漏和不当之处,恳请读者批评指正。

编者

2010年4月

目 录

项目一 常用电子元器件的识别与检测	1
任务一 用数字万用表检测常用的电子元器件	1
任务二 晶体二极管的检测	11
知识链接一 晶体二极管特性	13
任务三 晶体三极管的检测	18
知识链接二 晶体管放大电路	22
知识链接三 新型半导体器件的基础知识	36
项目二 直流稳压电源的组装与调试	47
任务 三端可调式直流集成稳压源的组装与调试	48
知识链接 整流、滤波、稳压基础知识	52
项目三 音频功放的安装与调试	66
任务 装配和调试音频功率放大器	66
知识链接一 集成运算放大器基础知识	71
知识链接二 低频功放的基础知识	78
项目四 收音机的组装与调试	85
任务 安装调试 S66D 型收音机	85
知识链接 超外差收音机的基础知识	97
项目五 制作多路选择器	105
任务一 制作三人电子表决器	105
知识链接一 脉冲电路与数字电路	111
任务二 制作四人电子抢答器	126
知识链接二 触发器的基础知识	131
知识链接三 编码器与译码器	138
项目六 制作电子数字钟	150
任务 制作电子数字钟	150
知识链接 时序逻辑电路的基础知识	156

项目七 制作振荡电路	163
任务 安装与调试 RC 桥式音频(低频)正弦波信号发生器	164
知识链接 振荡电路的基础知识	166
项目八 制作家用调光台灯电路	176
任务 组装并调试家用调光台灯电路	177
知识链接 晶闸管基础知识	181
项目九 555 时基电路应用	196
任务 安装调试 555 时基电路组成的叮咚门铃	196
知识链接 555 时基电路的基础知识	199
项目十 数模与模数转换技术	208
任务 安装测试 DAC0808 D/A 转换器	208
知识链接 数模与模数转换的基础知识	211
附录	221
参考文献	233

项目一 常用电子元器件的识别与检测

项目情景展示

如图 1-1 所示为某家用电器印制电路板实物图，从中可以看到电路中大量使用了电阻器、电容器、电感器等我们熟悉的元件以及我们还较为陌生的半导体二极管、三极管等其他元器件。

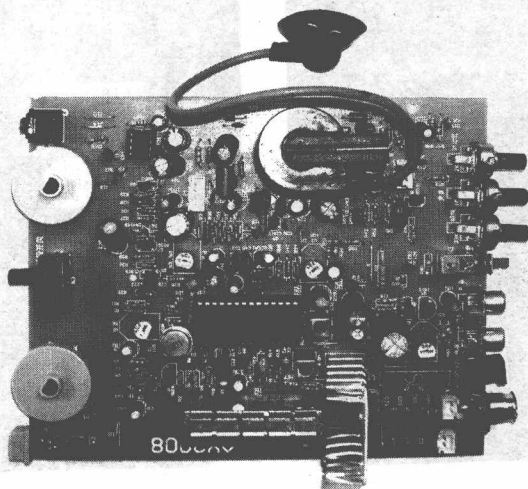


图1-1 印制电路板实物图

电子元器件是组成电子产品的基础，了解与识别基本电子元器件，并熟练运用相关工具对电子元器件进行检测是电子技术人员的基本技能，也是学习、掌握电子技术的基本功之一。

项目学习目标

学习目标		学习方式	学时
技能目标	1. 熟悉数字万用表各种测量功能与操作方法。 2. 学会识别并检测半导体器件。 3. 能正确识别片状元器件	讲授、学生练习	6
知识目标	1. 了解二极管、三极管等半导体器件的基本结构。 2. 掌握三极管的基本放大原理与典型应用电路。 3. 了解其他晶体管的基础知识	讲授	8

任务一 用数字万用表检测常用的电子元器件

1. 数字万用表简介

市场上的数字万用表品种众多，但其基本功能及测量方法大致相同，这里将以 MY60 型

数字万用表为例，简要介绍数字万用表的结构、常见故障以及使用常识。

图 1-2 为 MY60 型数字万用表的外部正、反面图，这是一款常见的手持式 3 位半的数字多用测量仪表，除了可以测量电压、电流、电阻器和电容器等以外，还可以测量常用的其他电子元器件，并具有过载保护等功能。



图1-2 MY60型数字万用表的正、反面实物图

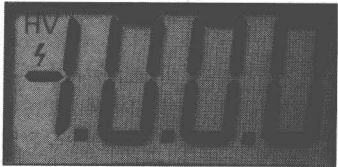
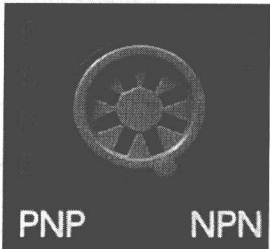
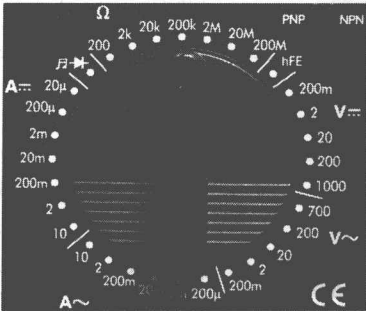
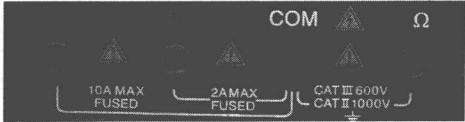
所有测试仪表在出厂时都有一个产品技术说明书，在使用之前应仔细阅读。MY60 型数字万用表的技术说明如表 1-1 所示。

表1-1 MY60型数字万用表技术说明

序号	项目	功 能 说 明
1	显示器	3 位半 LCD 字符液晶显示器，即最大可显示值为 1999
2	测量项目与种类	32 个量程
3	工作温度范围	0℃~40℃
4	存储温度范围	-10℃~50℃
5	外形尺寸	189mm×91mm×31.5mm
6	质量	270g
7	内置电池	9V 层叠电池

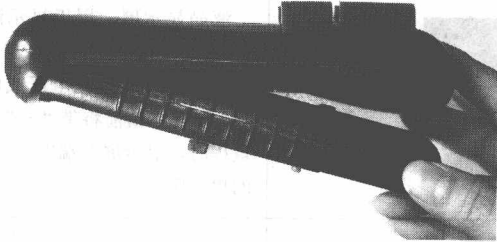
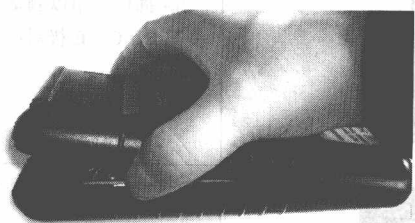
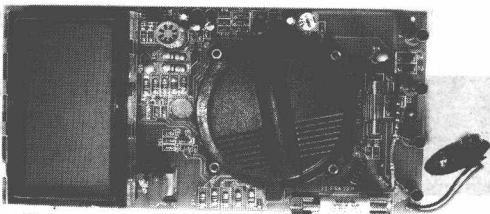
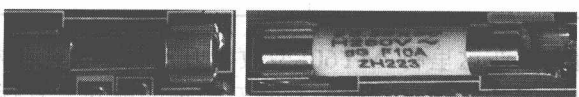
MY60 型数字万用表的面板情况及操作功能按钮开关如表 1-2 所示。

表1-2 MY60型数字万用表的面板说明

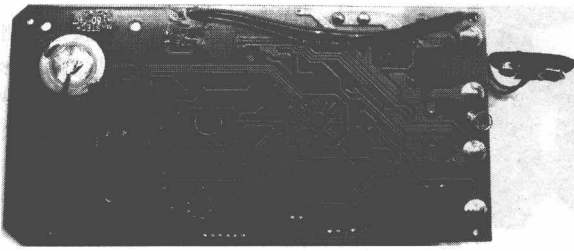
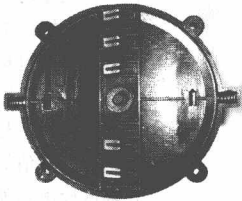
序号	图 示	说 明
1		液晶显示屏。用于显示测量值与标识符。最大显示值为 1999，且具有自动显示极性功能。若被测电压或电流的极性为负，则显示值前将带“-”号。若输入超量程时，显示屏左端出现“1”或“-1”的提示字样
2		电源开关 (POWER)。置于“ON”(开)或“OFF”(关)状态。测量完毕，应将其置于“OFF”位置，以免空耗电池
3		h_{FE} 插口。用以测量三极管的 h_{FE} 值时，将其 B、C、E 极对应插入
4		旋转式量程开关。位于面板中央，用以选择测试功能和量程。若用表内蜂鸣器做通断检查时，量程开关应停放在标有“ $\rightarrow$ ”符号的位置
5		输入插口。是万用表通过表笔与被测量连接的部位，设有“COM”、“ $V\Omega$ ”、“A”、“10A”4 个插口。使用时，黑表笔应置于“COM”插孔，红表笔依被测种类和大小置于“ $V\Omega$ ”、“A”或“10A”插孔。在“COM”插孔与其他 3 个插孔之间分别标有最大 (MAX) 测量值，如 10A、2A、交流 600V、直流 1000V

为了能更加合理地操作数字万用表，在这里将 MY60 型数字万用表的内部结构简要做一些介绍，从而可以对一些常见的问题或故障做出正确的判断及合理的解决，具体如表 1-3 所示。

表1-3 MY60型数字万用表的内部结构与常见故障

序号	图 示	说 明
1		目前,越来越多的厂家在数字万用表的后盖上加入表套,表套由软塑料制成,主要起防震、防滑、防冲击和支撑的作用。 只要用手轻轻用力就可褪去表套,如左图所示
2		出厂时,数字万用表的内部是没有加装电池的,需在使用的時候自行加装。 加装电池时需开启数字万用表的后盖,选择合适的起子将后盖上的3个(或4个)固定螺钉卸下
3		用手抓住底盖,稍加用力并左右晃动,即可开启一个缝隙,开启缝隙的反方向端,其内部一般有一个塑料反扣,用以与前盖或电路板固定之用,因此需边观察边拆卸
4		开启后盖后,在数字万用表前盖的下部可以看到有一个安放电池的位子,按照厂家要求,将9V叠层电池接入表内即可
5	 (a)  (b)	左图(a)为MY60型数字万用表印制电路板正面。左侧为显示屏,中间是功能旋钮,右侧的中、下端有2个保险管。 通常,数字表至少安放1个保险管,也有设置2个保险管的情况,其中一个熔断电流较大,另一个较小。不同的保险管所对应的测量挡位不同。 左图(b)中保险管的作用:在测量中防止测量回路过载

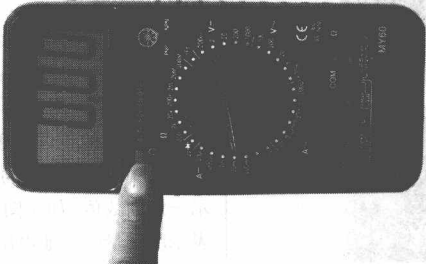
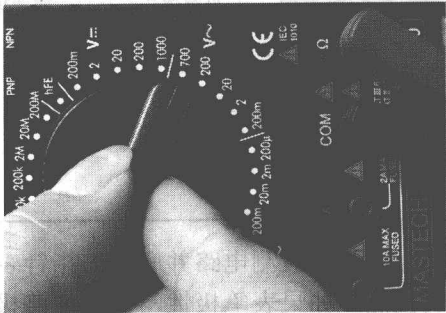
(续)

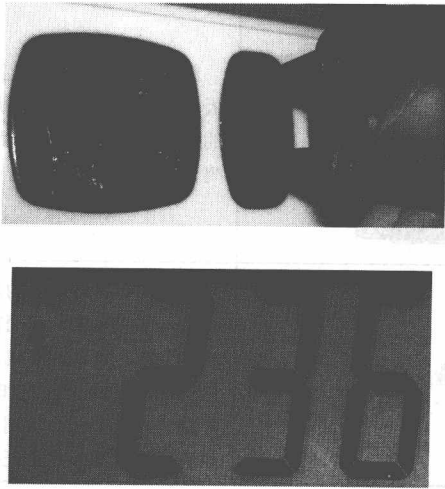
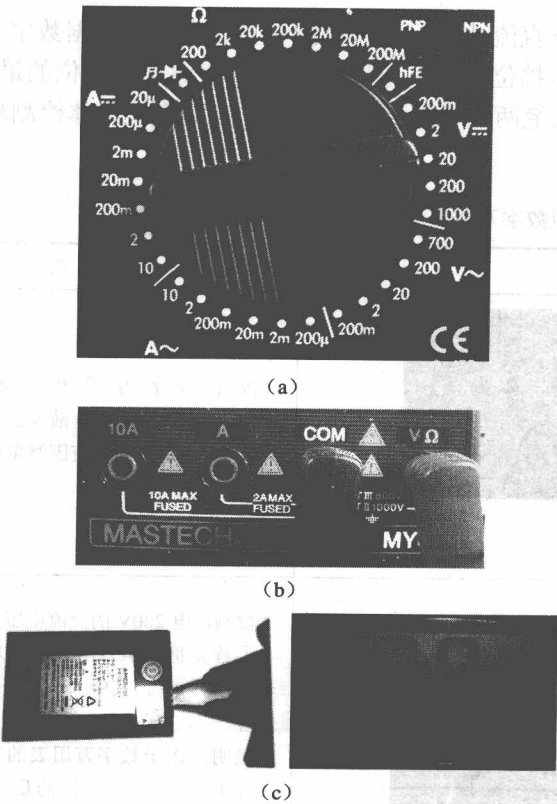
序号	图 示	说 明
6		左图为 MY60 型数字万用表印制电路板反面。左上角的圆形状物是数字万用表的蜂鸣器,若被测量电路为直通时,该蜂鸣器能发出细微的声响
7		左图为数字万用表的功能挡位开关,正面有一个拨动柄,反面有几个滑动触点,该触点由合金铜片制成,长期使用有可能因磨损而失效,当测量时出现数字乱跳或不稳定,或无法检测到已知电路状态时,可查看功能挡位是否正确设置到位

2. 用数字万用表测量电压

MY60 型数字万用表不仅可以测量直流电压,也可以测量交流电压,根据数字万用表面板所标功能及测量范围可知,交流电压挡位的最大量程为 700V,直流电压挡位的最大量程为 1000V,在实际测量时,万用表测量表笔两端不能高于测量挡位标称值。具体检测步骤如表 1-4 所示。

表1-4 MY60型数字万用表测量电压的方法与步骤

步骤	图 示	说 明
1		按下数字万用表的电源开关“ON/OFF”,在 LCD 液晶显示屏上将有数字显示。显示的数值因测量挡位的不同而有所不同
2		检测市电 220V 的交流电压,步骤如下: ①首先将数字万用表测量功能挡位拨至“700V~”,其中“~”符号表示交流信号。 说明:由于数字万用表的交流电压挡“700V~”的下一挡的最大测量值为“200V”,因此不能选用此挡及以下挡位测量。 ②将测试表笔插入相应的插孔里,如左图所示。

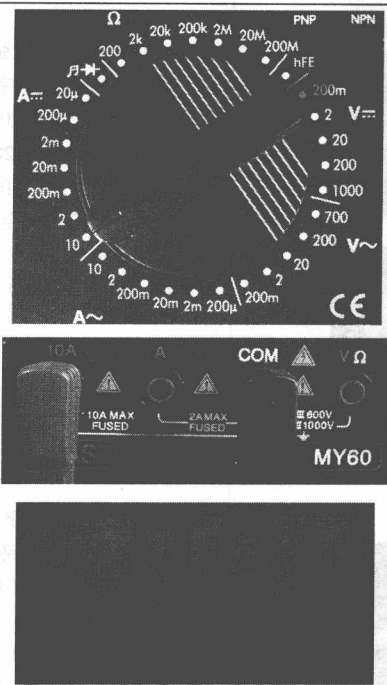
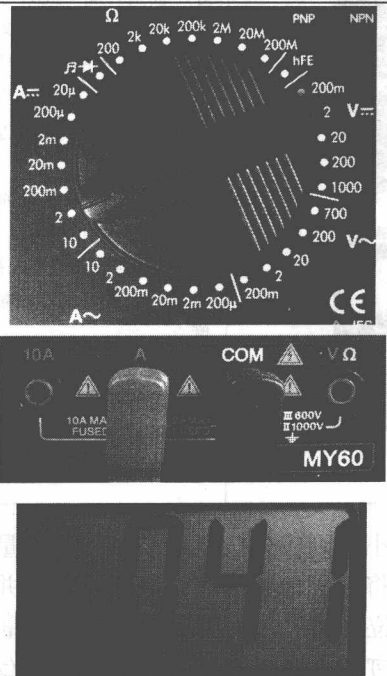
步骤	图 示	说 明
2		③ 使用测量表笔接入待测电路的端口。如左图,将测量表笔插入电源插座孔,此时数字万用表的显示器上就可以看见一定数字的显示,如左图所测得电压数值为 236V,显示屏幕左上角的“HV”字符为警告,提醒使用者,选用此挡位测量时应注意高压。 在测量时,一般要首先预估待测电路的情况,如在本次测量中,我们事先知道电压不会超过标称值 220V 太多,因此选用了“700V”挡,如果事先不了解待测电路的情况,应先将数字万用表的测量挡位拨至可测量值的最大挡位,再根据实际情况降低检测功能挡位
3	 (a) (b) (c)	检测手机电池的电压,步骤如下: ① 由于测量前知道手机电池电压的标称值为 4.2V,所以可将数字万用表的测量挡位拨至“20V $\overline{\text{---}}$”直流挡,如左图 (a) 所示; ② 测量表笔插入如左图所示的插孔内,如左图 (b) 所示; ③ 将数字万用表的红表笔和黑表笔分别连接电池的正、负极,如左图 (c) 所示,此时数字万用表的显示屏幕上应该显示一定的数值,如左图 (c) 所示为“3.91”,表示所测量的电池电压为 3.91V。 提示:测量手机电池电压时,因电池正、负两极相隔较近,需谨慎操作,避免出现短路

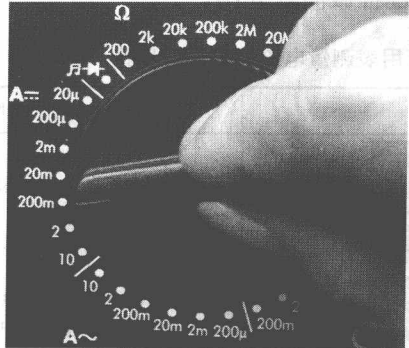
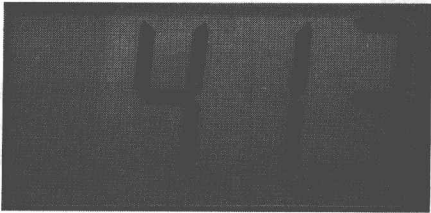
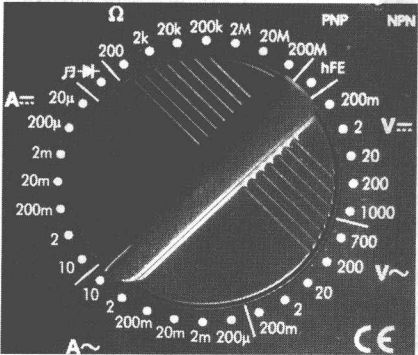
使用数字万用表测量电压时,应将数字万用表与被测电路并联。与指针表不同的是,数字万用表测量直流电压可以不必考虑正、负极性。如果表笔极性与被测电路极性不相符时,数字万用表显示屏上的数字之前将有“-”号显示。

3. 用数字万用表测量电流

常见的数字万用表一般都具有可以测量交流电流的功能，下面将以表 1-5 所示为例，对采用数字万用表测量直流电流和交流电流的过程做简要介绍。

表1-5 MY60型数字万用表测量电流的方法与步骤

步骤	图 示	说 明
1		直流电流的检测步骤： ① 由于不知道回路中电流强度的大小，所以在测量时应将数字万用表的功能测量挡位拨至直流电流区（A---）的“10”挡位。 ② 将数字万用表的红表笔插入“10A”插孔，黑表笔插入“COM”插孔。 ③ 分别将红、黑表笔接入电路（注意正、负极）。 此时数字万用表的显示屏应有测量数值的显示，如左图显示为“0.04”，表示所测得的电流强度为 0.04A（安培）
2		虽然在步骤 1 中已经测得电流强度的数值，如果有更高的测量精度要求，可以将数字万用表拨至“2”挡位，再将红表笔插入“A”中。此时可以在液晶显示屏上观察到 0.041A 的电流强度数值，显然，测量结果的精度得到了提高

步骤	图 示	说 明
3	 	由于 0.041A 的电流强度等于 41mA (毫安), 根据 MY60 型数字万用表功能测量挡位的设置, 有一个“200m”挡位。此挡位的最大电流测量值为 200mA, 而前面所测得的 0.041A 也在其范围之内。 将功能测量开关旋至“200m”挡位, 测量结果显示为 41.3mA。与步骤 2 的测量结果相比, 精度又提高了一个等级
4	 	交流电流的检测步骤: ① 针对被测量回路中的负载量进行评估, 比如, 准备测量工频 220V 线路中一只照明灯泡的实际电流。通常, 灯泡的功率是已知的, 比如: 一只 100W/220V 的白炽灯, 根据公式 $P=UI$, 那么, 电流 $I=P/U$, 如此便可以得到一个理论上的负载电流, 为 0.45A。使用数字万用表测量时, 只要选择大于该电流数值的挡位均可。 ② 数字万用表的功能测量开关旋至交流“10”挡。 ③ 红、黑表笔分别插在“A”插孔和“COM”插孔上。 ④ 将测量表笔串入被测回路中, 此时在显示屏上即可显示出被测回路中的电流强度。 左图为测量市电 100W 白炽灯时所测得的电流强度 (0.46A), 由于市电网的电压并非很标准, 因此, 所测得的电流值也与理论值有一定的偏差

如果无法预先估计被测电压或电流的大小, 则应先拨至最高量程挡测量一次, 再视情况逐渐把量程减小到合适位置。测量完毕, 应将量程开关拨到最高电压挡, 并关闭电源。满量程时, 仪表仅在最高位显示数字“1”, 其他位均消失, 这时应选择更高的量程。

提示: 在进行电压或电流测量时, 切不可带电 (或在线) 切换测量挡位, 否则极易损坏

测量仪表。

4. 电阻器的测量

在所有的电子制品或设备中，使用最多的应该是电阻器，众所周知，电阻器的种类有很多，从材料上来看，有碳膜电阻、金属膜电阻、光敏电阻、热敏电阻以及线绕电阻等，常用电阻器的实物如图 1-3 所示。

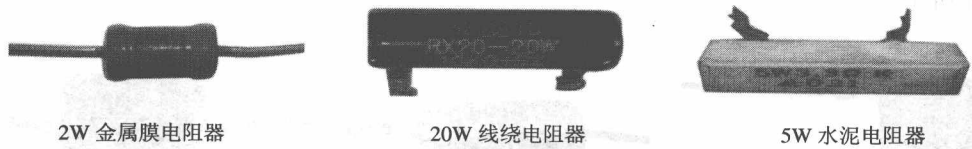


图1-3 部分电阻器的实物图

无论采用什么材料或怎样的结构，一般都存在一定的误差。使用数字万用表能够较为精确地检测出电阻器的阻值，测量过程如表 1-6 所示。

表1-6 MY60型数字万用表测量电阻器的方法与步骤

步骤	图 示	说 明
1		使用数字万用表测量电阻时，应将功能测量旋钮拨至“Ω”挡，通常情况，数字万用表电阻测量挡的范围是一致的，即从 200~200M（分别表示最大测量范围是 200Ω~200MΩ），比如，测量一只未知阻值的电阻： ① 将功能测量挡位拨至“2M”挡； ② 将红、黑表笔分别插入“VΩ”和“COM”孔内； ③ 将测量表笔分别与电阻的 2 只引脚相连，此时数字万用表的屏幕上应有数值显示，如左图所示，显示 0.002MΩ
2		由于上一步的测量为 0.002MΩ，这个测量数值不仅不符合人们的读数习惯，而且也明显感到读数的精度不够，此时，可以将功能测量挡位向低一挡位拨动一下，即“200k”挡位，见左图（a）所示，此时的屏幕显示数值为 2.1，表示所测得的阻值为 2.1kΩ。 再将功能测量挡位旋至“20k”挡位，所测得的数值为 2.19，表示所测得的阻值为 2.19kΩ，显然这样的测量结果才可以满足精度要求，如左图（b）所示

5. 电容器的检测

从电工学知识中我们了解到，电容器就是储存电荷的容器，内部结构是由2个相互绝缘的金属板组成，因此电容器不能够通过直流电。2个金属板面积越大，相距越短，其存储电荷的能力也就越强。反映电容器存储电荷能力大小的量，称为电容器的容量。

电容器的种类很多，从材料上来区分，分为瓷片电容器、纸质电容器以及云母电容器等，如图1-4所示。

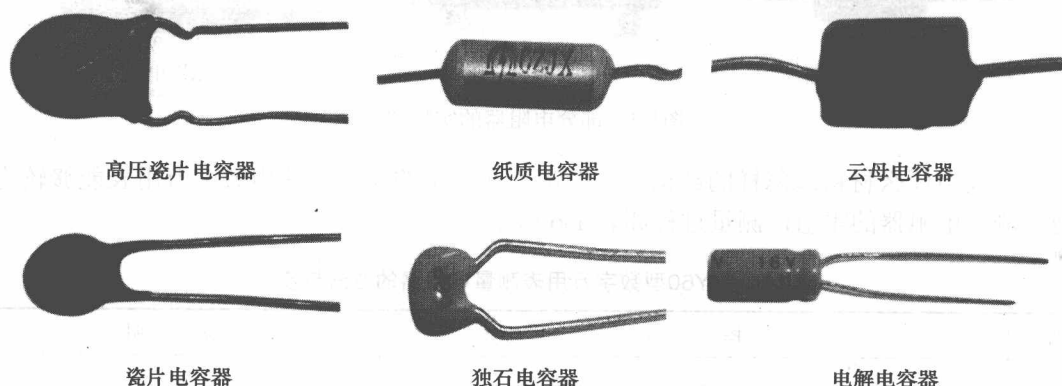


图1-4 部分电容器的实物图

根据结构特性来区分，有固定电容器、微调电容器和可变电容器等。可变电容器和微调电容器的实物如图1-5所示。固定电容器的电容量是固定不变的，而可变电容器可以根据需要调整改变。

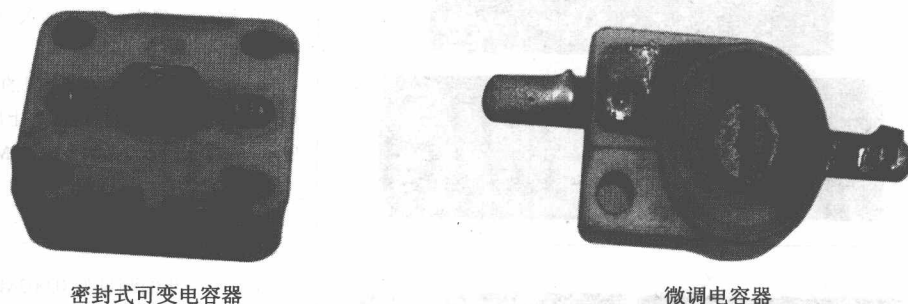


图1-5 部分可调电容器的实物图

电容器容量的大小可通过仪器仪表来进行检测，能测量电容器容量大小的仪表是电容表。有的数字万用表具有测试电容器的功能和专用测试端口，使用时只要把功能开关拨至测试电容器所需挡位，将电容器插入电容器测试接口，即可在显示屏上读出电容器的容量值。

对于不具备测量电容器功能的普通数字万用表来说，虽然不能检测出电容器容量的大小，但可以检测判断出 $0.1\mu\text{F}$ （微法）以上容量大小电容器的好坏，具体如表1-7所示。