

电子技能与实训

主编◎陈智英

电子技能与实训

主 编 陈智英



北京理工大学出版社

BEIJING INSTITUTE OF TECHNOLOGY PRESS

内 容 提 要

本书采用项目式编写方法,是学习电子技术的基础教材,共分三大部分 20 个实训项目,包括常用仪器仪表的使用、印制板的手工制作及焊接、直流稳压电路、振荡电路、放大电路、集成运算电路、计数分配电路等。每个实训项目又以多个小任务的形式展开,主要包括认识电路、原理分析、元器件的识别和检测、电路设计、制作与调试、电路测试与分析等小任务,操作具体化,步骤清晰,方法明了。书中内容的特点是符合中职学生的实际情况,起点低,通俗易懂,图文并茂,可操作性强。

本书配有电子教案、演示文稿、实训指导与报告等相关教学资源。同时将电子仿真引入实验课、操作技能训练中,为技能环节薄弱的学校提供有力的教学资源补充。

版权专有 侵权必究

图书在版编目(CIP)数据

电子技能与实训/陈智英主编. —北京:北京理工大学出版社, 2018.4

ISBN 978-7-5682-5510-3

I. ①电… II. ①陈… III. ①电子技术 IV. ①TN

中国版本图书馆CIP数据核字(2018)第079151号

出版发行 / 北京理工大学出版社有限责任公司

社 址 / 北京市海淀区中关村南大街5号

邮 编 / 100081

电 话 / (010) 68914775 (总编室)

82562903 (教材售后服务热线)

68948351 (其他图书服务热线)

网 址 / <http://www.bitpress.com.cn>

经 销 / 全国各地新华书店

印 刷 / 定州启航印刷有限公司

开 本 / 787毫米×1092毫米 1/16

印 张 / 15.5

字 数 / 364千字

版 次 / 2018年4月第1版 2018年4月第1次印刷

定 价 / 69.00元

责任编辑 / 陈莉华

文案编辑 / 陈莉华

责任校对 / 周瑞红

责任印制 / 边心超

图书出现印装质量问题,请拨打售后服务热线,本社负责调换

前言

FOREWORD

本书在编排上采用项目式编写法，即以实训项目为核心重构理论知识和实践技能，同时所选择的实训项目有一定的趣味性和实用性，吸引学生的学习兴趣和让学生在动手操作的过程中来感知、体验和领悟相关知识，掌握相关的专业知识和操作技能，充分体现“以学生为主体”的教学理念。

本书的编写力求突出以下特点：

(1) 应用性突出。每个实训项目根据教学需要分成若干个小任务，包括元器件的识读和检测、电路装配及焊接、电路功能的调试、万用表和双踪示波器等电子仪器仪表的使用。各小任务可以从实训项目中分离出来自成知识点，应用灵活。

(2) 贴近学生实际，实训项目内容的趣味性和实用性并重。每个实训项目的选择不单单考虑到知识结构的问题，还充分考虑到激发学生学习兴趣的问题，实训项目的选择与设计常常集声光于一体，并兼顾一定的实用性。

(3) 实训项目的选择有一定的层次性。章节之间、实训项目之间既相对独立又有一定的梯度，从简单到复杂，从元器件到综合电路，从模拟电路到数字电路，层次分明。

(4) 突出对实践和理论知识的紧密联系。在实践中穿插理论的分析，而对理论的理解能更好地引导实践，让学生能知其然更能知其所以然，使技能训练得到有效加强，更好地衔接职业技能鉴定考核。

(5) 图文并茂，通俗易懂。每个实训项目使用图片数十张，充分利用实物照片、示意图、表格等代替枯燥的文字表述，一目了然，提高本书的可读性，减低学生的认知难度，便于学生自主学习。

本书配有电子教案、演示文稿、实训指导与报告等相关教学资源。将电子仿真引入本教材的教学中，那些抽象、难以重复、实验难度高、成本大、无法直观展现的实训内容，可以采用电子仿真软件实现全新教学。它不受实验元器件品种、规格短缺的限制，仿真软件可调用各种电子元件和仪器，搭建和调试各种不同功能的电路，为技能环节薄弱的学校提供有力的教学资源补充。

由于编者水平有所限，加上时间仓促和条件限制，书中的实践操作方法、步骤和数据均取自教学实践过程中的真实元器件和电路的检测与调试，具有很强的针对性和代表性，但难免有不完善、错漏之处，恳请读者批评指正，以期今后不断完善和补充。

目录

CONTENTS

第一部分 常用仪器仪表的使用	1
实训一 万用表的使用.....	1
实训二 示波器的使用.....	16
第二部分 印制板的手工制作及焊接	28
实训一 电路板手工焊接及拆焊.....	28
实训二 贴片焊接练习及测试.....	37
实训三 印制电路板的手工制作.....	56
第三部分 基本技能与实训	69
实训一 直流稳压电源制作.....	69
实训二 助听器电路制作.....	90
实训三 无线话筒电路制作.....	100
实训四 模拟“知了”声电路制作.....	113
实训五 声控开关制作.....	123
实训六 声控延时开关制作.....	132
实训七 双声道音频放大器制作.....	136
实训八 自动抽水机制作.....	142
实训九 变音门铃制作.....	147
实训十 对讲门铃制作.....	156
实训十一 八路声光报警电路的安装与调试.....	165
实训十二 简单按键式密码控制器电路制作.....	182

实训十三 幸运轮盘制作.....	199
实训十四 路灯自动节能控制系统制作.....	204
实训十五 声光控延时楼道灯控制电路制作.....	211

附录.....	218
---------	-----

附录一 亚龙 YL-238 型函数信号发生器的简单使用方法介绍	218
---------------------------------------	-----

附录二 数字示波器的使用	220
--------------------	-----

参考文献.....	240
-----------	-----

第一部分

常用仪器仪表的使用

实训一 万用表的使用

实训目标

知识目标:

- (1) 认识万用表的基本结构, 掌握 MF-47 型万用表的测量原理及注意事项。
- (2) 认识常用交、直流电源。
- (3) 了解电阻器的分类, 知道各类电阻的特性和标识的识读方法。

技能目标:

- (1) 掌握电阻器的识读和检测方法。
- (2) 正确使用万用表进行电阻、电流、电压等的测量。

实训设备:

- (1) 多媒体课件及设备。
- (2) 仿真软件(Proteus)。
- (3) 万用表、交直流电源、发光二极管、色环电阻等。

万用表简介:

万用表是电子制作中必备的测试工具, 它具有测量电流、电压和电阻等多种功能。

万用表有指针式万用表和数字式万用表。尽管数字式万用表具有显示直观、精确度高、功能全的特点, 但由于它不适于测连续变化的电量且价格较指针式万用表贵, 因此指针式万用表仍在广泛使用。

虽然万用表的型号很多, 但其基本使用方法均是相同的。本实训将以图 1.1-1 所示的 MF-47 型万用表为例介绍万用表的结构和使用万用表的方法。同学们应努力学会使用万用表。



图 1.1-1 MF-47 型万用表

一、观察和了解万用表的结构

万用表种类很多、外形各异，但基本结构和使用方法是相同的。常用万用表的结构和外形见图 1.1-1。

万用表面板上主要有表头和选择开关，还有欧姆挡调零旋钮和表笔插孔。下面介绍各部分的作用。

1. 表头

万用表的表头是灵敏电流计，如图 1.1-2 所示。表头上的表盘印有多种符号、刻度线和数值。符号 A-V-Ω 表示这只电表是可以测量电流、电压和电阻的多用表。表盘上印有多条刻度线，其中右端标有“Ω”的是电阻刻度线，其右端为零，左端为∞，刻度值分布是不均匀的。符号“—”或“DC”表示直流，“~”或“AC”表示交流，“ $\overline{V}$ ”表示交流和直流共用的刻度线。刻度线下的几行数字是与选择开关的不同挡位相对应的刻度值。表头上还设有机械零位调整旋钮，用以校正指针在左端指零位。万用表表头各刻度线及其功能见表 1.1-1。

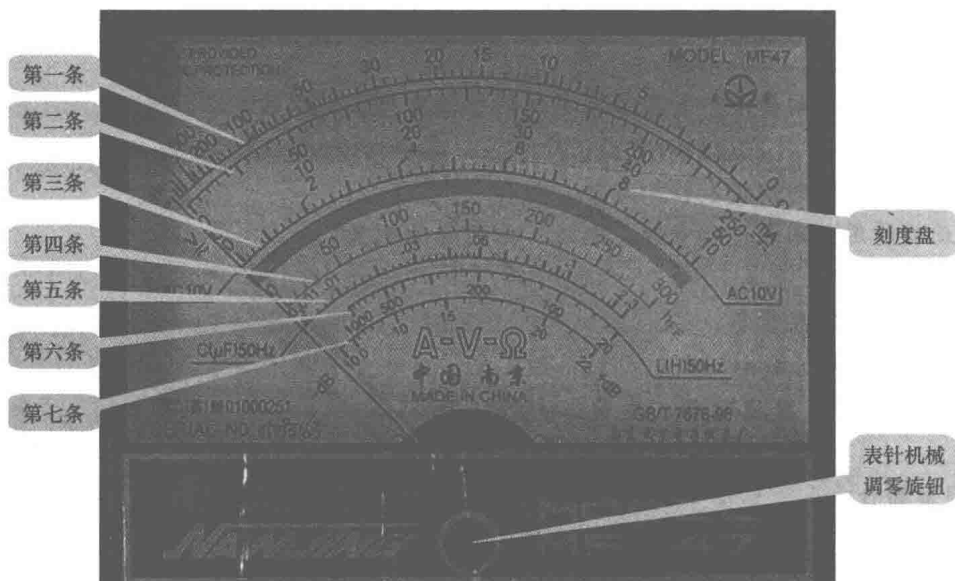


图 1.1-2 万用表表头

表 1.1-1 万用表表头各刻度线及其功能

刻度线	功能及特点
第一条	欧姆刻度线：测电阻时读数使用，最右端为“0”，最左端为“∞”，刻度不均匀
第二条	交直流电压、电流刻度线：测交直流电压、电流时读数使用，最左端为“0”，最右端下方标有 3 组数，它们的最大值分别为 250、50 和 10，刻度均匀
第三条	交流 10 V 挡专用刻度线：交流 10 V 量程挡的专用读数标尺
第四条	测三极管放大倍数专用刻度线：放大倍数测量范围为 0~300，刻度均匀

续表

刻度线	功能及特点
第五条	电容量读数刻度线：电容量测量范围为 $0.001 \sim 0.3 \text{ F}$ ，刻度不均匀
第六条	电感量读数刻度线：电感量测量范围为 $20 \sim 1\,000 \text{ H}$ ，刻度不均匀
第七条	音频电平读数刻度线：音频电平测量范围为 $-10 \sim +22 \text{ dB}$ ，刻度不均匀

2. 选择开关

万用表的选择开关是一个多挡位的旋转开关，如图 1.1-3 所示，用来选择测量项目和量程。一般的万用表测量项目包括：“mA”，直流电流；“V”，直流电压；“V~”，交流电压；“ Ω ”，电阻。每个测量项目又划分为几个不同的量程以供选择。

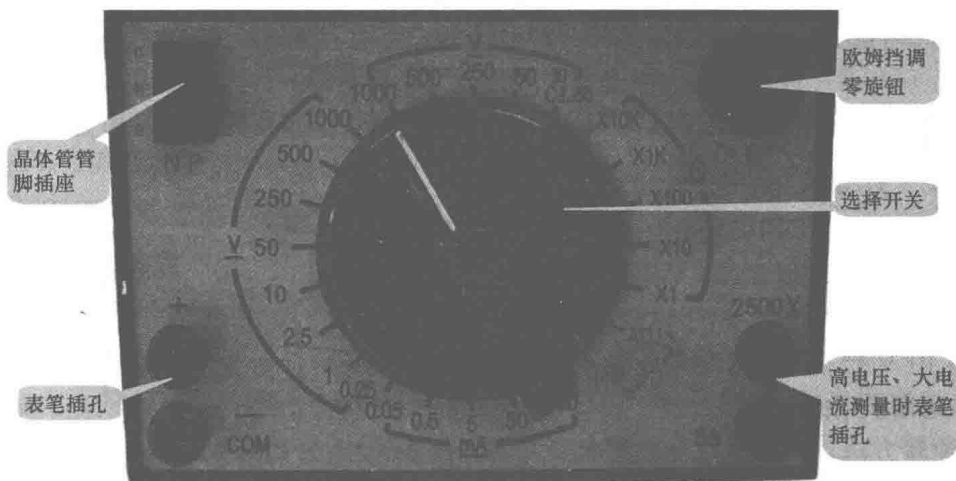


图 1.1-3 万用表选择开关

3. 表笔和表笔插孔

表笔分为红、黑两支。使用时应将红表笔插入左下方标有“+”号的插孔，黑表笔插入标有“-”或“COM”的插孔。若测量的电流大于 500 mA ，则将红表笔插入右下方标有“ 5 A ”的插孔中；若测量的电压大于 $1\,000 \text{ V}$ ，则将红表笔插入右下方标有“ $2\,500 \text{ V}$ ”的插孔中。

二、万用表的使用方法

1. 万用表使用前的做法

- (1) 将万用表水平放置。
- (2) 应检查表针是否停在表盘左端的零位。如有偏离，可用小螺丝刀轻轻转动表头上的机械零位调整旋钮，使表针指零。
- (3) 将表笔按上面要求插入表笔插孔。
- (4) 将选择开关旋到相应的项目和量程上就可以使用了。

2. 万用表使用后的做法

- (1) 拔出表笔。
- (2) 将选择开关旋至“OFF”挡，若无此挡，应旋至交流电压最大量程挡，如“1 000 V”挡。
- (3) 若长期不用，应将表内电池取出，以防电池电解液渗漏而腐蚀内部电路。

三、用万用表测量电压、电流和电阻

在电子制作中，常用万用表测量电路中的电压、电流和电阻。

将发光二极管和电阻、电位器接成图 1.1-4 所示的电路，旋转电位器使发光二极管正常发光。发光二极管是一种特殊的二极管，通过一定电流时发光二极管就会发光。发光二极管有多种颜色，常在电路中做指示灯。下面利用这个电路练习用万用表测量电压和电流。

1. 测量直流电压

以 MF-47 型万用表为例，测量步骤如下。

(1) 选择量程。万用表直流电压挡标有“V”，有 2.5 V、10 V、50 V、250 V 和 1 000 V 这 5 个量程。根据电路中电源电压大小选择量程。由于电路中电源电压只有 5 V，所以选用 10 V 挡。若不清楚电压大小，应先用最高电压挡测量，逐渐换用低电压挡。

(2) 测量方法。万用表应与被测电路并联。红表笔应接被测电路的高电位端，黑表笔应接被测电路的低电位端，如图 1.1-4 所示。

(3) 正确读数。仔细观察表盘，直流电压挡刻度线是第二条刻度线，用“10 V”挡时，可用刻度线下第三行数字直接读出被测电压值。注意：读数时视线应正对指针。

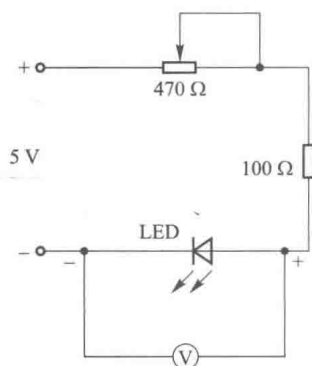


图 1.1-4 用万用表测量直流电压

技能训练

用万用表测量直流电压

用万用表测量直流电压的步骤如下：

- (1) 按图 1.1-4 所示在面包板上插接电路。
- (2) 检查电路无误后接通电源，旋转电位器，发光二极管亮度将发生变化，使发光二极管亮度适中。
- (3) 将万用表按前面讲的使用前做法的要求准备好，并将选择开关置于“V”挡 10 V 量程。
- (4) 手持表笔绝缘杆，将正负表笔分别接触直流电源正负两极引出端，测量电源电压。正确读出电压数值。

记录：电源电压为 _____ V。

(5)将万用表红、黑表笔按图 1.1-4 所示接触发光二极管两引脚,测量发光二极管两极间电压,正确读出电压数值。

记录:发光二极管两端电压为_____ V。

(6)用万用表测量固定电阻器两端电压。首先判断正、负表笔应接触的位置,然后测量。

记录:固定电阻器两端电压为_____ V。

在(4)~(6)步的测量中,哪一项电压值若小于 2.5 V,可将万用表选择开关换为“V”挡 2.5 V 量程再测量一次,比较两次测量结果(换量程后应注意刻度线的读数)。

(7)测量完毕,断开电路电源。按前面讲的万用表使用后做法的要求收好万用表。

2. 测量交流电压

测量交流电压的方法与步骤与测量直流电压相似,但有以下几点需注意:

(1)测交流电压时,万用表的读数为交流电压的有效值。

(2)测交流电压时,因交流电没有正、负之分,所以测量交流时表笔也就不需分正、负极性。

(3)用万用表测量市电时要注意安全。

3. 测量直流电流

测量直流电流的步骤如下:

(1)选择量程。万用表直流电流挡标“mA”处有 1 mA、10 mA、100 mA 这 3 挡量程。选择量程应根据电路中的电流大小进行选择,如不知电流大小应选用最大量程。

(2)测量方法。万用表应与被测电路串联。应将电路相应部分断开后,将万用表表笔接在断点的两端。红表笔应接在和电源正极相连的断点,黑表笔接在和电源负极相连的断点(见图 1.1-5)。

(3)正确读数。直流电流挡刻度线仍为第二条,如选“100 mA”挡时,可用第三行数字,读数后乘 10 即可。

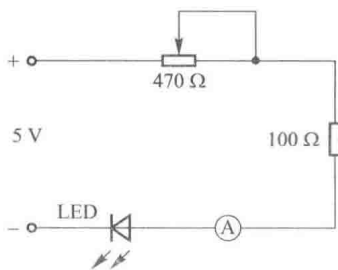


图 1.1-5 用万用表测量直流电流

技能训练

用万用表测量直流电流

用万用表测量直流电流的步骤如下:

(1)按图 1.1-5 所示连接电路,使发光二极管正常发光。

(2)按前面讲的使用前的做法准备好万用表并将选择开关置于“mA”挡 100 mA 量程。

(3)断开电阻器和发光二极管正极间引线,形成“断点”,这时发光二极管熄灭。

(4)将万用表串接在断点处。红表笔接电阻器,黑表笔接发光二极管正极引线,这时发光二极管重新发光。万用表指针所指刻度值即为通过发光二极管的电流值。

(5)正确读出通过发光二极管的电流值。

记录：通过发光二极管的电流为_____mA。

(6)旋转电位器转柄，观察万用表指针的变化情况和发光二极管的亮度变化，可以读出并记录：通过发光二极管的最大电流是_____mA，最小电流是_____mA。

通过以上操作，可以进一步体会电阻器在电路中的作用。

(7)测量完毕，断开电源，按要求收好万用表。

注意：属于磁电系仪表的万用表，因为磁电系仪表由于永久磁铁产生的磁场方向不能改变，所以只有通入直流电流才能产生稳定的偏转。如在磁电系测量机构中通入交流电流，产生的转动力矩也是交变的，可动部分由于惯性而来不及转动，所以这种测量机构不能测量交流(交流电每周的平均值为零，所以结果没有偏转，读数为零)。

4. 测量电阻

万用表欧姆挡可用以测量导体的电阻。欧姆挡用“ Ω ”表示，分为 $R \times 1$ 、 $R \times 10$ 、 $R \times 100$ 、 $R \times 1K$ 和 $R \times 10K$ 这5挡。使用万用表欧姆挡测电阻，除前面讲的使用前做法的要求外，还应遵循以下步骤。

(1)将选择开关置于“ $R \times 100$ ”挡，将两表笔短接，调整欧姆挡调零旋钮，使表针指向电阻刻度线右端的零位。若指针无法调到零点，说明表内电池电压不足，应更换电池。

(2)用两表笔分别接触被测电阻两引脚进行测量(见图 1.1-6)。正确读出指针所指电阻的数值，再乘以倍率(“ $R \times 100$ ”挡应乘 100，“ $R \times 1K$ ”挡应乘 1 000、……)就是被测电阻的阻值。

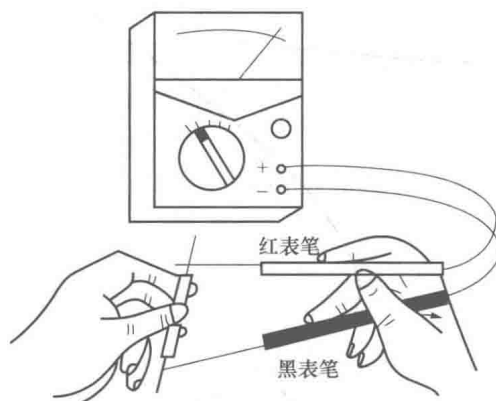


图 1.1-6 用万用表测量电阻

(3)为使测量较为准确，测量时应使指针指在刻度线中心位置附近。若指针偏角较小，应换用“ $R \times 1K$ ”挡；若指针偏角较大，应换用“ $R \times 10$ ”挡或“ $R \times 1$ ”挡。每次换挡后应再次调整欧姆挡调零旋钮，然后再测量。

(4)测量结束后，应拔出表笔，将选择开关置于“OFF”挡或交流电压最大挡位，收好万用表。

测量电阻时应注意以下几点：

(1)被测电阻应从电路中拆下后再测量。

(2)两支表笔不要长时间碰在一起。

(3)两只手不能同时接触两支表笔的金属杆或被测电阻两根引脚，最好用右手同时持

两支表笔。

(4)若长时间不使用欧姆挡,应将表中电池取出。

技能训练

用万用表测量电阻

用万用表测量电阻的步骤如下:

- (1)将5只电阻插在硬纸板上。
- (2)将万用表按要求调整好,并置于“ $R \times 100$ ”挡,调整欧姆挡调零旋钮调零。
- (3)分别测量5只电阻,将测量值写在电阻旁。测量时注意读数应乘倍率。
- (4)若测量时指针偏角太大或太小,应换挡后再测。换挡后应再次调零才能使用。
- (5)相互检查。检查5只电阻中测量正确的有几只,将测量值和标称值相比较了解各电阻的误差。
- (6)按要求收好万用表。

四、相关元器件的识别和检测

(一)电阻的识别和检测

在物理学中,用电阻来表示导体对电流阻碍作用的大小,所以电阻是导体的一种基本性质,与导体的尺寸、材料、温度有关。导体的电阻越大,表示导体对电流的阻碍作用越大。电阻主要用于控制和调节电路中的电流和电压,或用作消耗电能的负载。在电路中用字母 R 表示。

1. 电阻的符号

文字符号: R 。

图形符号如图 1.1-7 所示。



图 1.1-7 电阻图形符号

(a)电阻; (b)电位器

2. 电阻器的分类

按电阻器的结构和特性分,可分为固定电阻器、可变电阻器和特种电阻器。

按电阻体材料分,可分为线绕型和非线绕型两大类,非线绕型的电阻器又分为薄膜型和合成型两类。

按结构形式分,可分为圆柱形电阻器、管形电阻器、圆盘形电阻器以及平面形电阻器等。

按用途分,可分为通用电阻器、精密电阻器、高阻电阻器、功率型电阻器、高压电阻器、高频电阻器及特殊用途的电阻器等。

常见的几种电阻如图 1.1-8 所示。

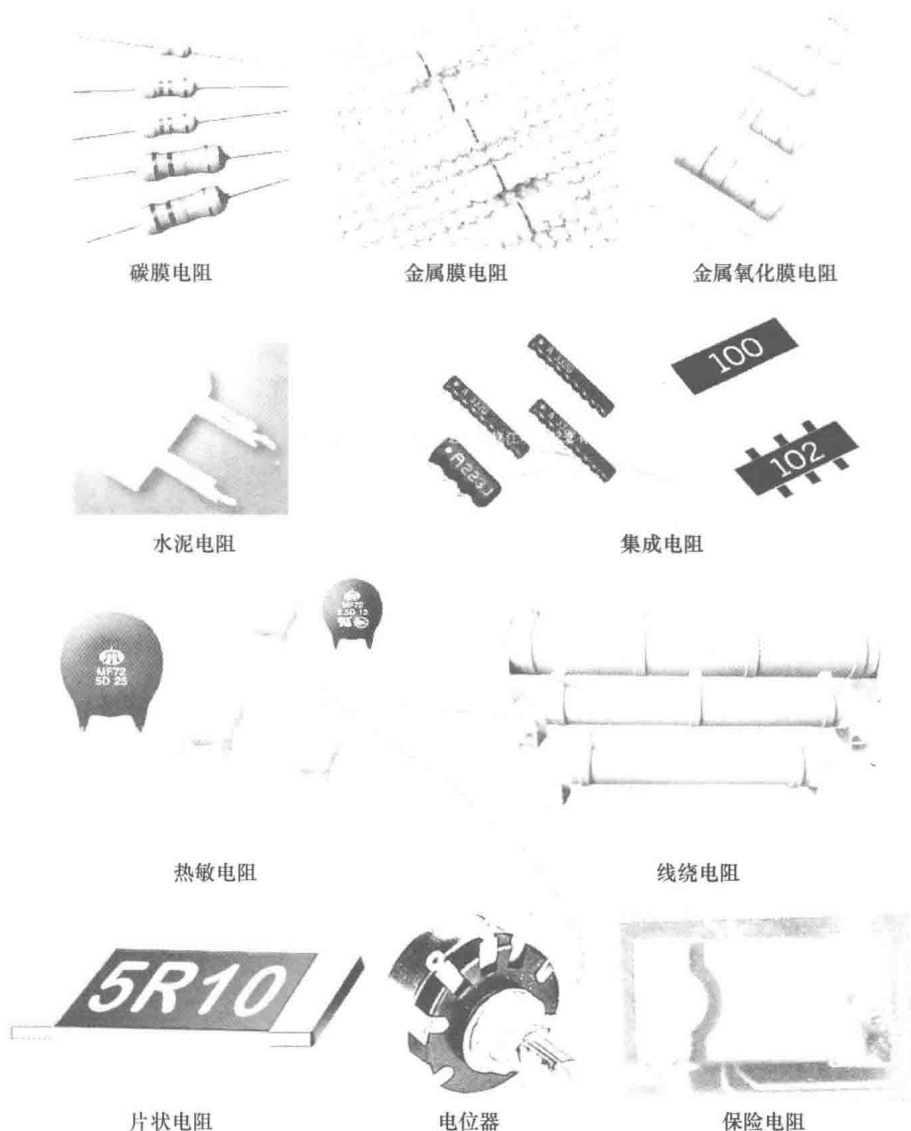


图 1.1-8 常见的几种电阻

3. 电阻的型号命名

根据国家标准规定,电阻器、电位器的型号一般由四部分组成(见图 1.1-9),各部分的含义如表 1.1-2 所示(不适用敏感电阻)。

第一部分:主称,用字母表示,表示产品的名字,如 R 表示电阻、W 表示电位器、M 表示敏感电阻。

第二部分:材料,用字母表示,表示电阻体用什么材料组成。

第三部分:分类,一般用数字表示,个别类型用字母表示,表示产品属于什么类型。

第四部分：序号，用数字表示，表示同类产品中不同品种，以区分产品的外形尺寸和性能指标等。

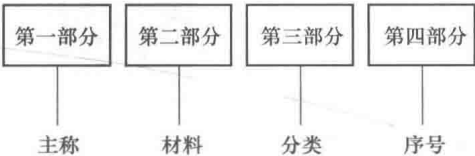


图 1.1-9 电阻的型号命名

表 1.1-2 电阻器命名的方法及各部分的含义

第一部分		第二部分		第三部分		第四部分
用字母表示主称		用字母表示材料		用数字或字母表示特征		对主称、材料相同，仅性能指标尺寸大小有区别，但基本不影响互换使用的产品，给同一序号；若性能指标、尺寸大小明显影响互换时则在序号后面用大写字母作为区别代号
R	电阻器	T	碳膜	1	普通	
W	电位器	P	硼碳膜	2	普通	
M	敏感电阻器	U	硅碳膜	3	超高频	
		H	合成膜	4	高阻	
		I	玻璃釉膜	5	高温	
		J	金属膜	7	精密	
		Y	氧化膜	8	电阻、高压、电位器、特殊	
		S	有机实芯	9	特殊	
		N	无机实芯	G	高功率	
		X	线绕	T	可调	
		C	沉积膜	X	小型	
		G	光敏	L	测量用	
				W	微调	
				D	多圈	

例如，RTX，R表示电阻器，T表示碳膜，X表示小型电阻器。电阻型号命名示例如图 1.1-10 所示。

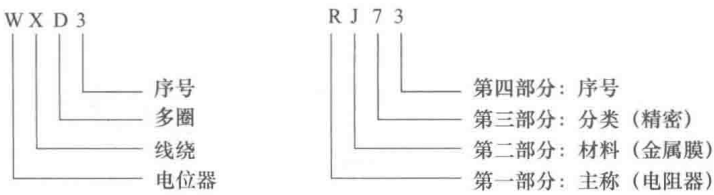


图 1.1-10 电阻型号命名示例

4. 电阻的主要特性参数

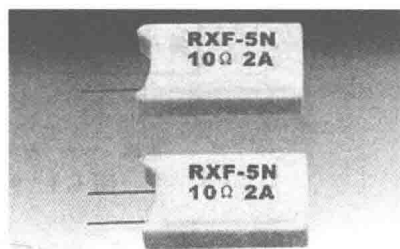
1) 标称阻值

即电阻器上面所标示的阻值。电阻器的标称值和允许偏差一般都标在电阻体上，标注方法有直标法、文字符号法、数码法和色标法。

(1)直标法。如图 1.1-11 所示,将电阻器的标称值用数字和文字符号直接标在电阻体上,其允许偏差则用百分数表示,未标偏差值的即为 $\pm 20\%$ 的允许偏差。



阻值为 $8\ \Omega$



阻值为 $10\ \Omega$

图 1.1-11 直标法

(2)文字符号法。如图 1.1-12 所示,用阿拉伯数字和文字符号两者有规律的组合来表示标称阻值,其允许偏差也用文字符号表示。符号前面的数字表示整数阻值,后面的数字依次表示第一位小数阻值和第二位小数阻值。

偏差通常用字母表示,如图 1.1-12 所示。



阻值为 $5.1\ \Omega$



阻值为 $3.9\ \Omega$,误差用K表示,误差为 $\pm 10\%$

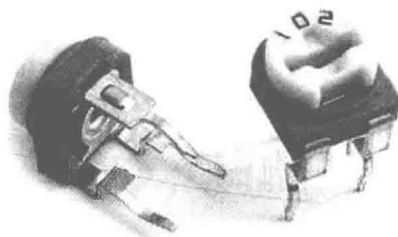
图 1.1-12 文字符号法

例如,6R2J 表示该电阻标称值为 $6.2\ \Omega$,允许偏差为 $\pm 5\%$;3K6K 表示电阻值为 $3.6\ \text{k}\Omega$,允许偏差为 $\pm 10\%$;1M5 则表示电阻值为 $1.5\ \text{M}\Omega$,允许偏差为 $\pm 20\%$ 。

(3)数码法。如图 1.1-13 所示,用 3 位数码表示标称值的标志方法,常见于贴片电阻或进口器件上。在 3 位数码中,从左至右第一、二位数表示电阻标称值的第一、二位有效数字,第三位数为倍率 10^n 的“n”(即前面两位数后加“0”的个数),单位为 Ω 。偏差通常采用文字符号表示。



阻值为 $10 \times 10^3\ \Omega = 10\ \text{k}\Omega$



阻值为 $10 \times 10^2\ \Omega = 1\ \text{k}\Omega$

图 1.1-13 数码法