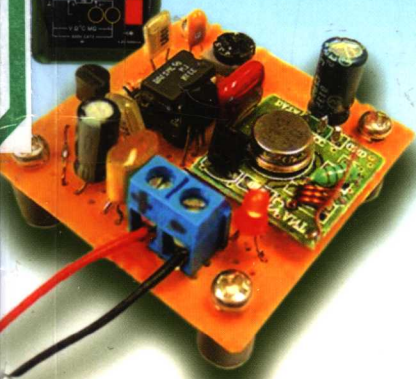




电子元件检测 与使用速成



薛文 华慧明
福建科学技术出版社

电子元器件检测与使用速成

薛 文 华 慧 明

福建科学技术出版社

图书在版编目(CIP)数据

电子元器件检测与使用速成/薛文,华慧明编.
福州:福建科学技术出版社,2005.7
ISBN 7-5335-2594-9

I. 电… II. ①薛…②华… III. ①电子元件-检测
②电子元件-使用 IV. TN60

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2005)第 035374 号

书 名	电子元器件检测与使用速成
作 者	薛 文 华慧明
出版发行	福建科学技术出版社(福州市东水路 76 号,邮编 350001)
网 址	www.fjstp.com
经 销	各地新华书店
排 版	福建科学技术出版社排版室
刷 印	福建新华印刷厂
开 本	850 毫米×1168 毫米 1/32
印 张	8.125
字 数	211 千字
版 次	2005 年 7 月第 1 版
印 次	2005 年 7 月第 1 次印刷
印 数	1—4 000
书 号	ISBN 7-5335-2594-9/TN·322
定 价	15.80 元

书中如有印装质量问题,可直接向本社调换

前 言

电子元器件是组成电子电路的最基本单元。随着技术的发展,电子元器件不断更新,集成化程度越来越高。广大初学电子技术的人,以及为数众多的业余电子爱好者,都希望能通过学习,尽快了解和学会各种常用电子元器件,特别是集成电路的识别、检测和使用的基本方法与技巧,所以面向初学者的本书,为此而尽力。

初学者一般还没有完全必要去详细检测元器件的各项技术参数,况且也不具备专门的测试仪器,所以本书主要介绍如何应用一块经济、实用的万用表来粗略测试电子元器件的主要性能参数,并判断出该元器件的好坏。

当今,集成电路具有体积小、功能强、耗电少、工作可靠、使用方便等优点,在电子产品中已逐渐取代了分立元器件的地位,所以本书用了较大的篇幅介绍常用集成电路的检测和使用方法。

为了使初学者对电子元器件的性能和用途能有更全面的认识,本书将电子元器件的检测与使用结合在一起,并通过一些电路相对简单,但又十分实用的实例,拓宽读者的视野,增强实践知识,为今后“举一反三”打下基础。

本书编写过程中参阅了近年出版的一些电子刊物和书籍,对这些作者提供的帮助和支持,深表谢意。由于水平有限,书中错误和不妥之处在所难免,欢迎广大读者和同仁批评、指正。

作 者

目 录

第一章 电阻器、电容器	(1)
第一节 普通电阻器	(1)
一、固定电阻器	(1)
二、电位器和微调电阻器	(6)
第二节 敏感电阻器	(11)
一、热敏电阻器	(11)
二、光敏电阻器	(15)
三、压敏电阻器	(18)
第三节 电容器	(21)
一、固定电容器	(21)
二、可变电容器和微调电容器	(32)
第二章 电感器、变压器及电磁继电器	(37)
第一节 电感器、变压器	(37)
一、电感器	(37)
二、变压器	(42)
第二节 电磁继电器	(50)
一、直流电磁继电器	(51)
二、干簧管和干簧继电器	(54)
第三章 电声及其他换能器件	(60)
第一节 电声器件	(60)
一、扬声器	(60)
二、耳机、耳塞	(62)
三、传声器(话筒)	(64)
第二节 其他换能器件	(68)
一、压电陶瓷发声器件	(68)
二、声表面波滤波器	(71)
三、石英晶体谐振器	(74)

第四章 二极管、三极管	(79)
第一节 二极管	(79)
一、普通二极管	(79)
二、稳压二极管	(90)
三、变容二极管	(94)
第二节 三极管	(97)
第五章 场效应管、晶闸管	(112)
第一节 场效应管	(112)
一、结型场效应管	(112)
二、绝缘栅场效应管	(118)
第二节 晶闸管	(123)
一、单向晶闸管	(123)
二、晶闸管的触发元件——单结晶体管	(129)
三、双向晶闸管	(133)
第六章 光电器件	(140)
第一节 发光二极管	(140)
一、普通发光二极管	(140)
二、红外发光二极管	(146)
三、激光二极管	(148)
第二节 光电二极管、光电三极管	(154)
一、光电二极管	(154)
二、光电三极管	(156)
第三节 光耦合器	(161)
第七章 集成电路	(168)
第一节 集成电路基本知识	(168)
一、什么是集成电路	(168)
二、集成电路的分类与封装、引脚识别	(168)
三、集成电路型号的命名方法	(172)
四、集成电路使用注意事项	(175)
五、集成电路的检测	(178)

第二节 模拟集成电路.....	(184)
一、三端固定集成稳压器	(184)
二、三端可调集成稳压器	(188)
三、开关型三端集成稳压器	(190)
四、高增益放大器——集成运算放大器	(192)
五、集成运放比较器	(202)
六、集成功率放大器	(207)
第三节 通用数字集成电路.....	(213)
一、CMOS 六非门（反相器）CD4069	(213)
二、TTL 门电路	(216)
三、CMOS 四与非门 CD4011	(220)
四、编码、译码及显示集成电路	(222)
第四节 特种和专用集成电路.....	(228)
一、555 时基集成电路	(228)
二、音乐和报警等语音集成电路	(235)
三、语音录放集成电路	(243)
主要参考资料.....	(251)

第一章 电阻器、电容器

电子设备中常用的电阻器、电容器、电感器等，通常称为电子元件；而二极管、三极管、集成块（电路）等通常称为电子器件。

电阻器可分为普通电阻器、敏感电阻器，电容器可分为固定电容器与可变及微调电容器，电感器可分为磁心电感器与空心电感器。

第一节 普通电阻器

电阻器简称电阻，是电子设备中最常用的一种元件。普通电阻有固定电阻和可变电阻（电位器）两大类。

一、固定电阻器

1. 常用固定电阻的种类和外形

图 1-1 是部分常用固定电阻的电路图形符号和实物外形。在

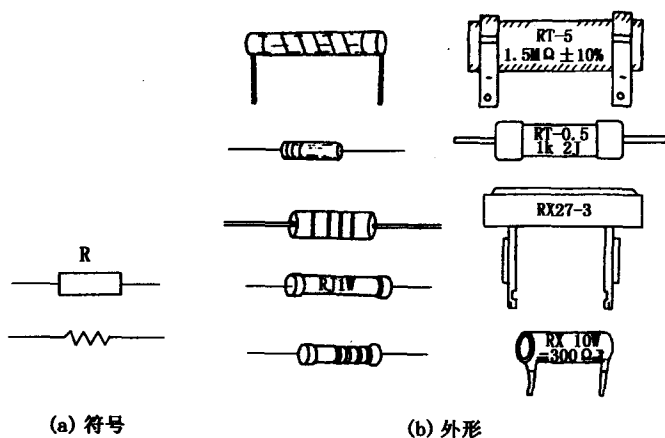


图 1-1 固定电阻的符号和外形

电路图中，电阻还用 R 表示。电阻按照制造材料的不同，又可分为炭膜电阻（用 RT 表示）、金属膜电阻（用 RJ 表示）和线绕电阻（用 RX 表示）等数种。炭膜电阻的外层常涂上绿漆，用刻槽的方法控制电阻值，其价格低，应用普遍，但热稳定性不如用真空蒸法在陶瓷骨架上生成一层金属膜的金属膜电阻。金属膜电阻外表常涂上红漆。线绕电阻阻值精度最高，可用于大功率场合或仪表、仪器中。

2. 电阻的主要参数及其表示方法

电阻在使用中应考虑它的阻值和功率，以满足电路正常工作的要求。

(1) 阻值直标法。表示电阻阻值大小的基本单位是欧姆，简称欧，用 Ω 表示。比 Ω 大的有 $k\Omega$ （千欧）、 $M\Omega$ （兆欧），它们的换算关系是：

$$1k\Omega = 1000\Omega, 1M\Omega = 1000k\Omega = 1000000\Omega$$

阻值的标志方法有直标法和色标法。国产电阻常用直标法，即先标上标称值，后面跟上误差等级，如 $2.2k\Omega I$ 、 $4.7k\Omega II$ 等。其中 I 级允许误差为 $\pm 5\%$ ，II 级为 $\pm 10\%$ ，III 级为 $\pm 20\%$ 。

为了便于工厂大量生产和使用的标准化，国家对标称值制定了标准，见表 1-1。在使用中应选择某标称系列的阻值，再乘以 10、100 等倍率，可得到更多的标称阻值。

表 1-1 国产电阻标称值系列

标称值 系 列	E24	E12	E6	标称值 系 列	E24	E12	E6
误 差	$\pm 5\%$	$\pm 10\%$	$\pm 20\%$	误 差	$\pm 5\%$	$\pm 10\%$	$\pm 20\%$
电阻标 称 值	1.0	1.0	1.0	电阻标 称 值	1.8	1.8	2.2
	1.1				2.0		
	1.2	1.2			2.2	2.2	
	1.3				2.4		
	1.5	1.5	1.5		2.7	2.7	
	1.6				3.0		

续表

标称值 系 列	E24	E12	E6	标称值 系 列	E24	E12	E6
误 差	$\pm 5\%$	$\pm 10\%$	$\pm 20\%$	误 差	$\pm 5\%$	$\pm 10\%$	$\pm 20\%$
电阻标 称 值	3.3	3.3	3.3	电阻标 称 值	5.6	5.6	6.8
	3.6				6.2		
	3.9	3.9			6.8	6.8	
	4.3				7.5		
	4.7	4.7	4.7		8.2	8.2	
	5.1				9.1		

在国外，电阻误差等级也有用字母表示的：D ($\pm 0.5\%$)、F ($\pm 1\%$)、J ($\pm 5\%$)、K ($\pm 10\%$)、M ($\pm 20\%$)。例如，1K2J 表示阻值 $1.2\text{k}\Omega$ ，允许误差 $\pm 5\%$ ；R26F 表示阻值 0.26Ω ，允许误差 $\pm 1\%$ ；9R1K 表示阻值 9.1Ω ，允许误差 $\pm 10\%$ 。

(2) 阻值色标法。电阻的阻值和误差通常用 4 条色环来标志，如图 1-2 和表 1-2 所示。如某一电阻的色环依次为红、黑、棕、金，则此阻值为 200Ω ，误差 5% ；又如某一电阻色环为黄、紫、橙、银，则其阻值为 $47\text{k}\Omega$ ，误差 10% 。精密电阻用 5 条色环来标志，它比四色环标示法多了一位有效数字。

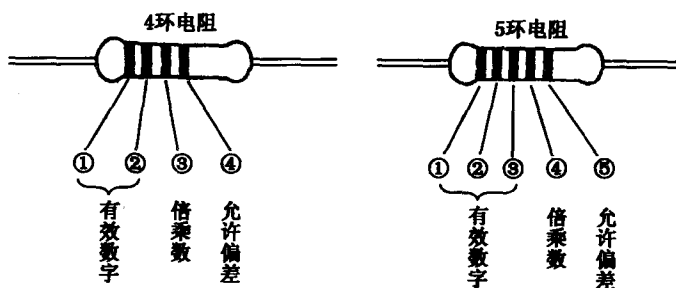


图 1-2 电阻的色环

表 1-2 电阻色环的识别

颜色	第 1 色环	第 2 色环	第 3 色环		第 4 色环
	第 1 数字	第 2 数字	乘数 (位)	阻值	误差 (%)
黑	0	0	1	1Ω	
棕	1	1	10	10Ω	
红	2	2	10^2	100Ω	± 2
橙	3	3	10^3	$1k\Omega$	
黄	4	4	10^4	$10k\Omega$	
绿	5	5	10^5	$100k\Omega$	
蓝	6	6	10^6	$1M\Omega$	
紫	7	7	10^7	$10M\Omega$	
灰	8	8	10^8		
白	9	9	10^9		
金			10^{-1}	0.1Ω	± 5
银			10^{-2}	0.01Ω	± 10
无					± 20

(3) 额定功率。当电流通过电阻时,电阻会发热,如果电阻上所加的功率大于它所允许的功率,电阻就会烧坏。这个长期工作所允许的功率叫做额定功率或标称功率,一般可分为 1/16、1/8、1/4、1/2、1、2、5、10W 等。功率的单位用瓦 (W) 或毫瓦 (mW) 表示,它们相差 1000 倍,即 $1W=1000mW$ 。

表明电阻标称功率的符号如图 1-3 所示。最常用的电阻额定功率为 1/8、1/4W。在电路图中,如不标明其功率,通常为 1W 以下。

3. 固定电阻的检测

固定电阻的检测比较简单,如图 1-4 所示。检测时按照阻值的大小,将万用表置于适当量程的 Ω 挡,先将表笔短路,万用表调“0”,然后再进行测量。测量时应注意:

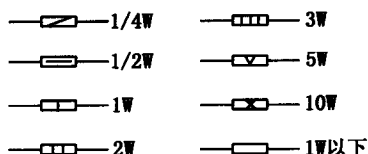


图 1-3 电阻的标称功率表示

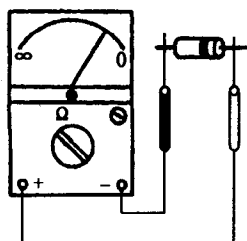


图 1-4 固定电阻的检测

(1) 被测电阻必须从印刷电路板上焊下来，至少要焊开一头的引线，以免由于其他元件的并联而产生读数误差。

(2) 不要用手同时去接触电阻的两头引线或表笔的导电部分，因人体（手）电阻对测量几十千欧以上的电阻影响很大。

(3) 万用表的精度应与被测电阻的误差等级，如 $\pm 5\%$ 、 $\pm 10\%$ 或 $\pm 20\%$ 等相适应。读数与标称值相差过大或读数不稳定的电阻不宜使用。

4. 固定电阻的作用

固定电阻在电路中应用广泛，其常见作用有：

(1) 降压。电阻与其他元器件串联，起降低电压的作用。

(2) 分流。电阻与其他元器件并联，可从总电流中分去电流，使流经这些元器件的电流降低。

(3) 限流。为了限制某个元器件的工作电流，也可用电阻与它串联，以确保该元器件的电流在安全范围内，如稳压管通常都接有限流电阻。

(4) 建立电路中所需要的特定数值的电压或电流。例如，用适当阻值的电阻，使三极管放大电路建立合适的静态工作点（电流 I_C 、电压 U_{CE} ）等。

5. 固定电阻的使用

(1) 设置发光二极管的工作电流。弱电设备中，控制电路动作后，要驱动发光二极管 LED 发光显示，如图 1-5 所示。驱动

电压 U_i 使三极管 9013 导通并点亮 LED。为使 LED 工作于额定的 6mA 电流，已知电源电压 $V_{CC}=9V$ ，扣除 9013 和 LED 上电压降 3V，则应取电阻 R 为 $1k\Omega$ 。

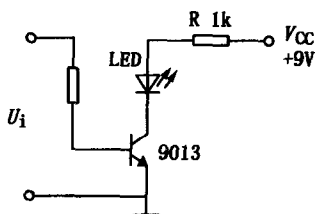


图 1-5 设置 LED 工作电流

(2) 在电炒锅中作氖灯的限流电阻。图 1-6 所示的电炒锅电路，其控制面板上的指示灯为一氖灯。氖灯需串联一个几百千欧的电阻 R ，限制工作电流在 1mA 以下，才能正常发光，并延长其使用寿命。

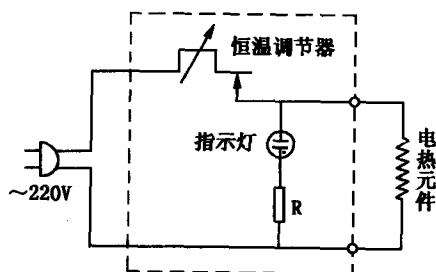


图 1-6 电炒锅电路

二、电位器和微调电阻器

1. 常见电位器的种类和外形

电位器实际上是一种可调电阻，分为旋转式与直滑式两大类。它们的外形和电路图形符号见图 1-7。在电路图中，电位器用 RP 或 W 表示。

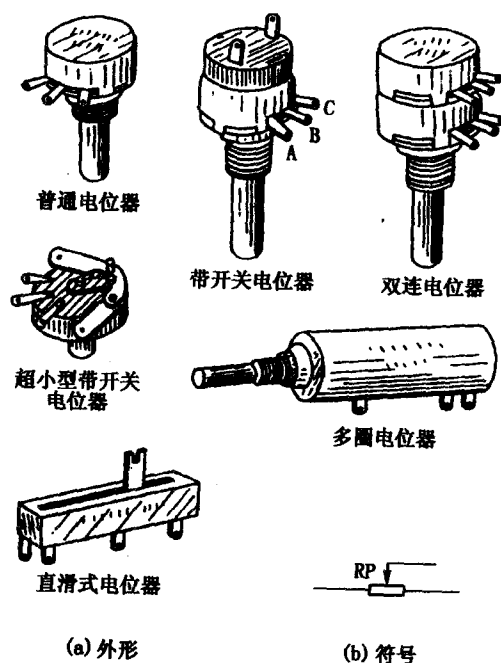


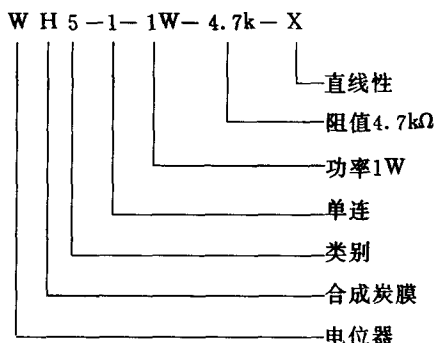
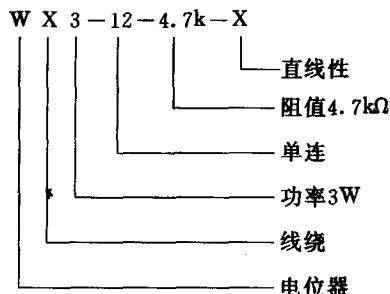
图 1-7 常用电位器的外形和符号

图 1-7 中，带开关电位器是指带有电源开关的电位器，旋转时先接通电源开关，然后可改变阻值；双连电位器是由两个同轴旋转的独立电位器构成，可用于双通道立体声等电子设备中实现同步调节；多圈电位器必须旋动手柄轴多圈，以实现全范围的电阻调节，因此可用于精密、细微的电阻或电压的调整。

2. 电位器主要参数及其表示方法

电位器又分为炭膜电位器（WT、WH 型）、实心电位器（WS 型）和线绕电位器（WX 型）等。其中炭膜电位器价格低，应用广泛。炭膜电位器的标称阻值也可参考表 1-1，一般为 $100\Omega \sim 4.7M\Omega$ ，额定功率为 $1/8 \sim 2W$ 。

下面举两个例子说明电位器型号的意义：



这两种电位器的重要区别是材料和瓦数不同。型号的第一个字 W 表示电位器；型号的第二个字母（代表导体材料）的含意为：T 为炭膜，J 为金属膜，H 为合成炭膜，Y 为氧化膜，S 为实心，X 为线绕，D 为导电塑料。

3. 微调电阻

微调电阻是一种不带外露转轴的小型电位器，它的常见电路图形符号和外形如图 1-8 所示，在电路图中微调电阻用 VR 表示。由于没有手柄和外露的转轴，改变微调电阻滑动端的位置通常需将小螺丝刀插入微调电阻上面的扁长形孔中，左、右旋转调节，以改变滑动端和两个固定端之间的阻值。

4. 电位器和微调电阻的检测

用万用表检测电位器和微调电阻的方法类似。图 1-9 中 1、

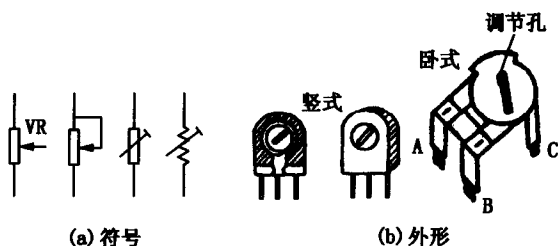


图 1-8 微调电阻的符号和外形

2、3 为电位器的 3 个引出端，其中 2 端为中间滑动接触端。检测电位器时，应先测试其阻值是否正常，即用红、黑表笔与电位器的 1、3 引出端相接触，观察万用表指示的阻值是否与电位器外壳上的标称值一致。然后，再检查电位器的滑动端与电阻体的接触情况，即一只表笔接 2 端，另一只表笔接 1 端，慢慢将转轴从一个极端位置旋转至另一个极端位置，被测电位器的阻值则应从零（或标称值）连续变化到标称值（或零）。

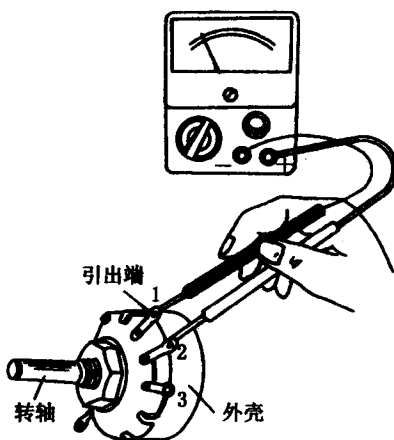


图 1-9 电位器检测方法

在旋转转轴的过程中，若万用表指针平稳移动，说明被测电位器正常；若指针抖动（左右跳动），则说明被测电位器接触不良。

5. 电位器和微调电阻的作用

电位器在电路中应用很广，如用于音量、阻值和电位（电压）的调节等。旋转式电位器工作原理如图 1-10 所示，它有 3 个引出端，其中 A 和 C 为固定端，B 为滑动端；直滑式电位器有 4 个引出端，其中滑动端有两个（电路上相通）。

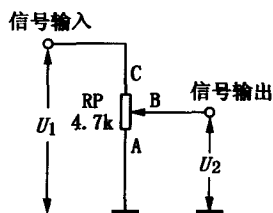


图 1-10 电位器调节电压作用

电位器的主要作用有：

(1) 用作调节电压大小。例如一个音量电位器，按图 1-10 连接，A 端与公共地端相连，C 端有对地电位 U_1 （即输入信号电压）输入，B 端有对地电位 U_2 （即输出信号电压）输出。旋转电位器的手柄，即可改变 B 端的位置，使其与任何一个固定端之间的阻值发生变化，由于阻值 R_{CB} 与 R_{BA} 是串联在电压 U_1 回路中的，所以它们各自分配到的电压与它们的阻值成正比。当调节 B 端使 R_{BA} 阻值接近于零，则分配到的电压 U_2 也接近于零，收音机音量最小；当调节 B 端使 R_{BA} 阻值最大（等于 $4.7k\Omega$ ），则分配到的电压 $U_2 = U_1$ 也为最大值，收音机的音量就最大。可见，电位器调节电压的原理实质上就是一个可调分压器的分压过程。通常当转轴顺时针旋转时， R_{BA} 增大，音量也增大。

(2) 电位器用作可变电阻。若将电位器 RP 的一个固定端 A 与滑动端 B 按图 1-11 连接，此时，电位器成为一只可变电阻，顺时针旋转其手柄时，阻值 R_{CA} 下降。如果将 BC 连接，则顺时针旋转其手柄时阻值 R_{CA} 上升。

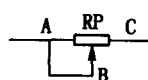


图 1-11 电位器接成可变电阻

(3) 微调电阻在收音机或电视机电路中，常用作晶体管的基