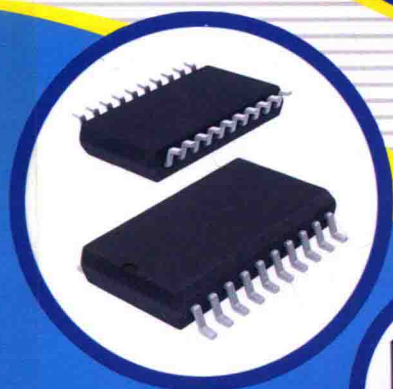




QINGSONG ZHANGWU  
DIANZI YUANQIJIAN JIANCE

# 轻松掌握 电子元器件检测

牛百齐 史晓骏 编著



中国电力出版社  
CHINA ELECTRIC POWER PRESS

TN6  
9/6



QINGSON  
DIANZI YU



# 轻松掌握 电子元器件检测

牛百齐 史晓骏 编著



中国电力出版社  
CHINA ELECTRIC POWER PRESS

## 内 容 提 要

本书介绍了常用电子元器件的特性、原理、技术参数等基础知识，重点讲述了元器件的识别、检测与选用的方法。全书共分11章，包括电阻器，电容器，电感器、变压器，二极管，晶体管，场效应晶体管，晶闸管，集成电路，开关、继电器，电声器件，其他元器件的识别与检测。

本书图文并茂、通俗易懂，突出实用性和可操作性，每种元器件都提供了详细的检测方法及步骤，特别适合初学者及电子爱好者学习，也可以作为电子技术维修人员及工程人员学习和参考。

### 图书在版编目(CIP)数据

轻松掌握电子元器件检测/牛百齐，史晓骏编著. —北京：中国电力出版社，2017.6

ISBN 978-7-5198-0489-3

I. ①轻… II. ①牛… ②史… III. ①电子元器件-测试技术 IV. ①TN606

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2017)第 051993 号

---

出版发行：中国电力出版社

地 址：北京市东城区北京站西街19号(邮政编码100005)

网 址：<http://www.cepp.sgcc.com.cn>

责任编辑：杨 扬 (y-y@sgcc.com.cn)

责任校对：李 楠

装帧设计：张俊霞 左 铭

责任印制：蔺义舟

---

印 刷：北京市同江印刷厂

版 次：2017年6月第一版

印 次：2017年6月北京第一次印刷

开 本：880毫米×1230毫米 32开本

印 张：9.75

字 数：290千字

印 数：0001—2000册

定 价：29.00元

---

版 权 专 有 侵 权 必 究

本书如有印装质量问题，我社发行部负责退换



## 前 言

任何一个简单或复杂的电子产品，都是由各种作用不同的电子元器件组成的。了解各个电子元器件的基本知识，掌握电子元器件的识别及检测方法，是学习电子技术的起点，无论对于初学者、电子爱好者或者电子产品的设计、维修人员，都十分重要。

本书以常用电子元器件为核心，介绍它们的特性、原理、技术参数基础知识，重点介绍了元器件的识别、检测与选用的方法。本书图文并茂、通俗易懂，突出实用性和可操作性，每种元器件的检测都提供了详细的检测方法及步骤，只要按照书中的操作步骤，就可以轻松掌握电子元器件的检测。

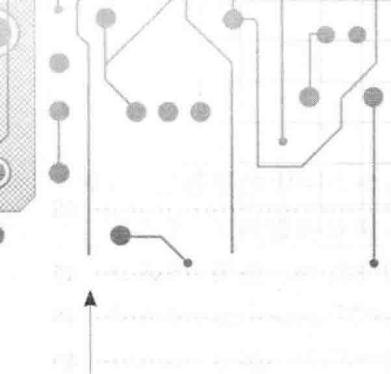
本书共分 11 章，第 1 章介绍电阻器的识别与检测；第 2 章介绍电容器的识别与检测；第 3 章介绍电感器、变压器的识别与检测；第 4 章介绍二极管的识别与检测；第 5 章介绍晶体管的识别与检测；第 6 章介绍场效应晶体管的识别与检测；第 7 章介绍晶闸管的识别与检测；第 8 章介绍集成电路的识别与检测；第 9 章介绍开关、继电器的识别与检测；第 10 章介绍电声器件的识别与检测；第 11 章介绍其他元器件的识别与检测。

本书内容覆盖面广、针对性强，掌握本书介绍的内容后，能够满足从事电子相关一般性工作的需要，特别适合初学者及电子爱好者学习，也可以供电子技术维修人员及工程人员学习和参考。

本书由牛百齐、史晓骏编著，在编写过程中，参考了大量的著作和资料，得到许多专家和学者的支持，在此对他们表示衷心的感谢。

由于编者水平有限，书中不妥、疏漏或错误之处在所难免，恳请专家、同行批评指正，也希望得到读者的意见和建议。

编者



# 目 录

## 前言

<b>第 1 章 电阻器的识别与检测</b> .....	1
1.1 电阻器的基础知识 .....	1
1.1.1 电阻器种类及参数 .....	1
1.1.2 电阻器的命名 .....	4
1.2 固定电阻器的识别与检测 .....	6
1.2.1 电阻器的标识方法 .....	6
1.2.2 常用固定电阻器 .....	9
1.2.3 固定电阻器的检测 .....	13
1.2.4 固定电阻器的选用 .....	28
1.3 电位器的识别与检测 .....	30
1.3.1 电位器种类及参数 .....	30
1.3.2 常用电位器 .....	32
1.3.3 电位器的检测 .....	34
1.3.4 电位器的选用 .....	36
1.4 敏感电阻器的识别与检测 .....	37
1.4.1 敏感电阻器的种类及参数 .....	37
1.4.2 敏感电阻器的检测 .....	41
1.4.3 敏感电阻器的选用 .....	44

<b>第 2 章 电容器的识别与检测</b> .....	46
2.1 电容器的基础知识 .....	46
2.1.1 电容器的种类与特性 .....	46
2.1.2 电容器的主要参数 .....	49
2.2 固定电容器的识别与检测 .....	50
2.2.1 电容器的标识方法 .....	50
2.2.2 常用固定电容器 .....	53
2.2.3 固定电容器的检测 .....	55
2.2.4 固定电容器的选用 .....	58
2.3 可变电容器的识别与检测 .....	61
2.3.1 可变电容器的种类及特性 .....	61
2.3.2 可变电容器的检测 .....	63
2.3.3 可变电容的选用 .....	64
<b>第 3 章 电感器、变压器的识别与检测</b> .....	66
3.1 电感器的识别与检测 .....	66
3.1.1 电感器基础知识 .....	66
3.1.2 电感器的识别 .....	69
3.1.3 电感器的检测 .....	73
3.1.4 电感器的选用 .....	73
3.2 变压器的识别与检测 .....	75
3.2.1 变压器基础知识 .....	75
3.2.2 变压器的检测 .....	79
3.2.3 变压器的选用 .....	82
<b>第 4 章 二极管的识别与检测</b> .....	85
4.1 半导体基础知识 .....	85
4.1.1 半导体及其特性 .....	85
4.1.2 PN 结的形成及特性 .....	86

4.2	二极管的识别与检测 .....	88
4.2.1	二极管的分类及特性 .....	88
4.2.2	普通二极管的识别与检测 .....	94
4.2.3	稳压二极管的识别与检测 .....	100
4.2.4	发光二极管的识别与检测 .....	103
4.2.5	双向触发二极管的识别与检测 .....	105
4.2.6	其他二极管的识别与检测 .....	108
4.2.7	半导体二极管的选用 .....	114
<b>第5章</b>	<b>晶体管的识别与检测 .....</b>	<b>117</b>
5.1	晶体管基础知识 .....	117
5.1.1	晶体管的种类与结构 .....	117
5.1.2	晶体管的放大作用 .....	122
5.2	晶体管的检测 .....	127
5.2.1	中、小功率晶体管的检测 .....	127
5.2.2	检测大功率晶体管 .....	134
5.2.3	其他晶体管的检测 .....	136
5.2.4	晶体管的选用 .....	143
<b>第6章</b>	<b>场效应晶体管的识别与检测 .....</b>	<b>146</b>
6.1	场效应晶体管的基础知识 .....	146
6.1.1	场效应晶体管的分类及参数 .....	146
6.1.2	结型场效应晶体管的结构及原理 .....	149
6.1.3	绝缘栅场效应管的结构及原理 .....	156
6.2	场效应管的检测 .....	163
6.2.1	场效应晶体管引脚识别 .....	163
6.2.2	结型场效应检测方法 .....	166
6.2.3	绝缘栅场效应管的检测方法 .....	167
6.2.4	双栅 MOS 场效应管的检测 .....	169
6.2.5	检测 VMOS 管 .....	170



6.2.6	场效应晶体管的选用 .....	173
<b>第7章</b>	<b>晶闸管的识别与检测 .....</b>	<b>175</b>
7.1	晶闸管基础知识 .....	175
7.2	普通晶闸管的识别与检测 .....	178
7.2.1	普通晶闸管的结构与特性 .....	178
7.2.2	普通晶闸管的检测 .....	180
7.3	双向晶闸管的识别与检测 .....	183
7.3.1	双向晶闸管的结构与特性 .....	183
7.3.2	双向晶闸管的检测方法 .....	185
7.4	可关断晶闸管的识别与检测 .....	189
7.4.1	可关断晶闸管的结构与特性 .....	190
7.4.2	可关断晶闸管(GTO)的检测方法 .....	190
7.5	其他晶闸管的识别与检测 .....	193
7.5.1	BTG晶闸管的识别与检测 .....	193
7.5.2	四端小功率晶闸管的识别与检测 .....	195
7.5.3	逆导晶闸管 .....	198
7.5.4	温控晶闸管 .....	200
7.5.5	晶闸管的选用 .....	201
<b>第8章</b>	<b>集成电路的识别与检测 .....</b>	<b>203</b>
8.1	集成电路的基本知识 .....	203
8.1.1	集成电路的分类及参数 .....	203
8.1.2	集成电路引脚识别 .....	207
8.1.3	集成电路的检测方法 .....	209
8.1.4	集成电路的选用 .....	211
8.2	集成运算放大器 .....	213
8.2.1	集成运放的组成 .....	214
8.2.2	集成运放的主要参数 .....	216
8.2.3	集成运放的分析 .....	217

8.2.4	集成运算放大器的选用 .....	219
8.3	集成稳压器的识别与检测 .....	221
8.3.1	集成稳压器的分类 .....	221
8.3.2	三端固定式集成稳压器的识别与检测 .....	222
8.3.3	三端可调集成稳压器的识别与检测 .....	228
8.3.4	集成稳压器的选用 .....	230
<b>第9章</b>	<b>开关、继电器的识别与检测 .....</b>	<b>233</b>
9.1	开关的识别与检测 .....	233
9.1.1	开关的基础知识 .....	233
9.1.2	开关的检测 .....	238
9.1.3	开关的选用 .....	240
9.2	继电器的识别与检测 .....	241
9.2.1	继电器基础知识 .....	241
9.2.2	电磁式继电器的检测 .....	245
9.2.3	固体继电器的检测 .....	247
9.2.4	干簧管的检测 .....	252
9.2.5	继电器的选用 .....	254
<b>第10章</b>	<b>电声器件的识别与检测 .....</b>	<b>259</b>
10.1	扬声器的识别与检测 .....	259
10.1.1	扬声器基础知识 .....	259
10.1.2	电动式扬声器的识别与检测 .....	262
10.1.3	电磁式扬声器的识别与检测 .....	265
10.1.4	压电蜂鸣片(PZT)的识别与检测 .....	267
10.1.5	压电蜂鸣器的识别与检测 .....	269
10.1.6	耳机的识别与检测 .....	271
10.1.7	扬声器的选用 .....	272
10.2	传声器的识别与检测 .....	274
10.2.1	传声器基础知识 .....	274

10.2.2	传声器的检测 .....	278
10.2.3	传声器的选用 .....	279
<b>第11章</b>	<b>其他元器件的识别与检测 .....</b>	<b>281</b>
11.1	石英晶体的识别与检测 .....	281
11.1.1	石英晶体基础知识 .....	281
11.1.2	石英晶体振荡器的检测 .....	285
11.1.3	石英晶体振荡器的选用 .....	286
11.2	陶瓷滤波器的识别与检测 .....	287
11.2.1	滤波器基础知识 .....	287
11.2.2	陶瓷滤波器的检测 .....	289
11.3	光电耦合器的识别与检测 .....	290
11.3.1	光电耦合器基础知识 .....	290
11.3.2	光电耦合器的检测 .....	291
11.4	数码管的识别与检测 .....	292
11.4.1	数码管基础知识 .....	292
11.4.2	数码管的检测 .....	294
<b>参考文献</b>	<b>.....</b>	<b>299</b>



## 第 1 章

# 电阻器的识别与检测

任何一个简单或复杂的电子产品，都是由各种作用不同的电子元器件组成的，它的性能和质量直接影响电子产品质量。了解各个电子元器件的基本知识，掌握电子元器件的识别及检测方法，是学习电子技术的入门起点，无论对于初学者、电子爱好者或者电子产品的设计人员、维修人员都十分重要。

在电子产品中，电阻类元器件的使用量最多，学习电子元器件可以从电阻类元器件开始。

### 1.1 电阻器的基础知识

#### 1.1.1 电阻器种类及参数

电阻器是电路中最常用的电子元器件之一，常用来稳定和调节电流、电压，组成分流器和分压器，在电路中起到限流、降压、去耦、偏置、负载、匹配、取样等作用。其质量的好坏对电路工作的稳定性有很大影响。

电阻器用符号  $R$  表示，单位为欧姆 ( $\Omega$ )。常用单位还有千欧 ( $k\Omega$ ) 和兆欧 ( $M\Omega$ )，其换算关系为： $1k\Omega=10^3\Omega$ ， $1M\Omega=10^3k\Omega=10^6\Omega$ 。

##### 1. 电阻器的种类

电阻器种类繁多，按材料种类可分为：碳膜电阻、金属膜电阻、金属氧化膜电阻和线绕电阻等。按阻值特性分为：固定电阻、可变电阻（电位器）和敏感电阻。

固定电阻器是指阻值固定不变的电阻器，也称普通电阻器，主要用于阻值固定而不需要调节变动的电路中；阻值可以调节的电阻器称为可

变阻器（又称变阻器或电位器），其又分为可变和半可变电阻器。半可变（或微调）电阻器，主要用在阻值不经常变动的电路中；敏感电阻器是指其阻值对某些物理量表现敏感电阻元件。常用的敏感电阻有热敏、光敏、压敏、湿敏、磁敏、气敏和力敏电阻器等。它们是利用某种半导体材料对某个物理量敏感的性质而制成的，也称为半导体电阻器。

几种常用电阻器的外形如图 1-1 所示。

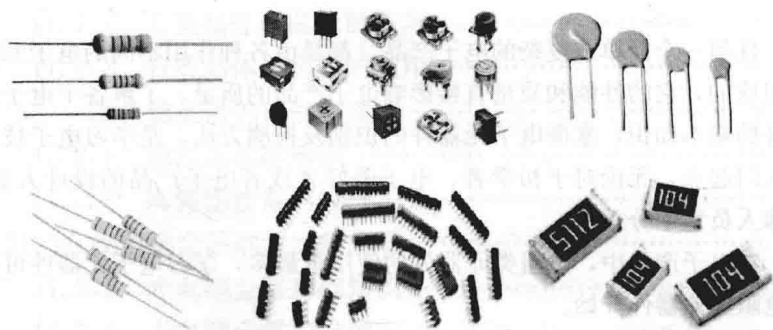


图 1-1 几种常用电阻器的外形

常用电阻器的电路符号如图 1-2 所示。

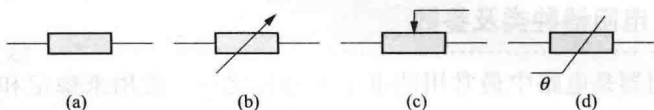


图 1-2 常用电阻器的电路符号

(a) 固定电阻；(b) 可变电阻；(c) 电位器；(d) 热敏电阻

## 2. 电阻器的主要技术参数

(1) 标称阻值。电阻器上所标示的名义阻值称为标称阻值。为了满足使用者的需要，电子工业生产了不同阻值的各种电阻器。显然，不可能做到要什么阻值就有什么样的阻值，为了达到既满足使用者对规格的各种要求，又便于大量生产，使规格品种简化到最低程度，国家规定只按一系列标准化的阻值生产，这一系列阻值叫作电阻器的标称阻值系列。常用的标称系列有 E6、E12、E24 等，其中 E24 系列最全。表 1-1 为通用电阻的标称阻值系列和允许误差。

电阻的标称阻值为表中所列数值的  $10^n$  倍。以 E12 系列中的标称值 1.5 为例, 它所对应的电阻标称阻值为 1.5、15、150 $\Omega$ , 1.5、15、150k $\Omega$  和 1.5M $\Omega$  等, 其他系列依次类推。

表 1-1 通用电阻器的标称阻值系列和允许误差

系列	允许误差	标称阻值
E24	I 级 ( $\pm 5\%$ )	1.0, 1.1, 1.2, 1.3, 1.5, 1.6, 1.8, 2.0, 2.2, 2.4, 2.7, 3.0, 3.3, 3.6, 3.9, 4.3, 4.7, 5.1, 5.6, 6.2, 6.8, 7.5, 8.2, 9.1
E12	II 级 ( $\pm 10\%$ )	1.0, 1.2, 1.5, 1.8, 2.2, 2.7, 3.3, 3.9, 4.7, 5.6, 6.8, 8.2
E6	III 级 ( $\pm 20\%$ )	1.0, 1.5, 2.2, 3.3, 4.7, 6.8

在电路图上, 为了简便起见, 凡是阻值在 1k $\Omega$  以下的电阻, 可不标“ $\Omega$ ”的符号, 凡是阻值在 1k $\Omega$  以上、1M $\Omega$  以下的电阻, 其阻值只需加“k”, 1M $\Omega$  以上阻值的电阻, 其值后只需加“M”的符号。

(2) 允许误差。在电阻的实际生产中, 由于所用材料、设备、工艺等方面的原因, 电阻的标称阻值往往与实际阻值有一定的偏差, 这个偏差与标称阻值的百分比称为电阻器的相对误差, 允许相对误差的范围叫作允许误差, 也称允许偏差, 普通电阻的允许误差可分三级, I 级 ( $\pm 5\%$ ), II 级 ( $\pm 10\%$ ), III 级 ( $\pm 20\%$ )。精密电阻的允许误差可分为  $\pm 2\%$ 、 $\pm 1\%$ 、……、 $\pm 0.001\%$  等 10 多个等级。电阻的精度等级可以用符号标明, 见表 1-2。误差越小, 电阻器的精度越高。

表 1-2 允许偏差常用符号

符号	W	B	C	D	F	G	J	K	M	N	R	S	Z
偏差 (%)	$\pm 0.05$	$\pm 0.1$	$\pm 0.2$	$\pm 0.5$	$\pm 1$	$\pm 2$	$\pm 5$	$\pm 10$	$\pm 20$	$\pm 30$	+100 -10	+50 -20	+80 -20

(3) 额定功率。额定功率是指电阻器在产品标准规定的大气压和额定温度下, 电阻长时间安全工作所允许消耗的最大功率。一般常用的有 1/8、1/4、1/2、1、2、5W 等多种规格。在使用过程中, 电阻的实际消耗功率不能超过其额定功率, 否则会造成电阻器过热而烧坏。在电路

图中，电阻器额定功率采用不同符号表示，如图 1-3 所示。



图 1-3 电阻器额定功率的符号表示

(4) 温度系数。温度每变化  $1^{\circ}\text{C}$  时，引起电阻阻值的相对变化量称为电阻的温度系数，用  $\alpha$  表示。

$$\alpha = \frac{R_2 - R_1}{R_1(t_2 - t_1)}$$

上式中， $R_1$ 、 $R_2$  分别为温度  $t_1$ 、 $t_2$  时的阻值。

温度系数可正、可负，温度升高，电阻值增大，称该电阻具有正的温度系数，温度升高，电阻值减小，称该电阻具有负的温度系数。温度系数越小，电阻的温度稳定度越高。

除上述参数外，电阻器还有静噪声、频率特性、稳定度等参数。对于要求较高的电路，如低噪声放大器和超高频电路等，要求静噪低，电阻器的分布电容和分布电感应尽量小，电阻值不应随频率的升高而变化等，对电阻器应提出静噪声和频率特性等要求。

### 1.1.2 电阻器的命名

我国电阻器的命名由 4 个部分组成，如图 1-4 所示。

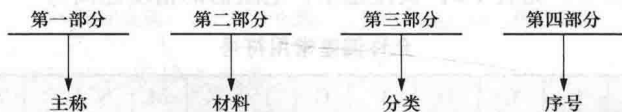


图 1-4 电阻器的命名

第一部分是产品的主称，用字母 R 表示一般电阻器，用 W 表示电位器，用 M 表示敏感电阻器。

第二部分是产品的主要材料，用一个字母表示；

第三部分是产品的分类，用一个数字或字母表示；

第四部分是生产序号，一般用数字表示。

电阻器的型号命名中字母和数字的意义见表 1-3。

表 1-3 电阻器的型号命名中字母和数字的意义

第一部分		第二部分		第三部分		第四部分
用字母表示产品的主称		用字母表示材料		用数字或字母表示分类		用数字表示序号
符号	意义	符号	意义	符号	意义	意义
R	电阻器	T	碳膜	1	普通	包括： 额定功率 阻值 允许误差 精度等级
W	电位器	H	合成膜	2	普通	
		P	硼碳膜	3	超高频	
		U	硅碳膜	4	高阻	
		C	沉积膜	5	高温	
		I	玻璃釉膜	7	精密	
		J	金属膜	8	电阻器—高压	
		Y	氧化膜	9	电位器—特殊	
		S	有机实芯	G	高功率	
		N	无机实芯	T	可调	
		X	线绕	X	小型	
				L	测量用	
				W	微调	
				D	多圈	

例如，有一电阻为 RJ71-0.25-4.7k I 型，其表示含义如下：

R—主称，电阻；J—材料为金属膜；7—分类，为精密型；1—序号为 1；0.25—额定功率 1/4W；4.7k—标称阻值 4.7kΩ；I—允许误差等级，±5%。

WSW-1-0.5-4.7k±10%型，其表示含义如下：

W—主称，电位器；S—材料为有机实芯；W—分类，为微调型；1—序号为 1；0.5—额定功率 1/2W；4.7k—标称阻值 4.7kΩ；允许误差等级，±10%。



## 1.2 固定电阻器的识别与检测

### 1.2.1 电阻器的标识方法

(1) 直标法。直标法主要用在体积较大(功率大)的电阻器上,它将标称阻值和允许偏差直接用数字标在电阻器上。例如,在图 1-5 中所示电阻器采用直标法标出其阻值为  $2.7\text{k}\Omega$ , 允许偏差为  $5\%$ 。

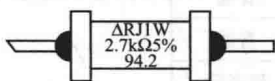


图 1-5 电阻器的直标法

(2) 文字符号法。用文字符号和数字有规律的组合,在电阻上标示出主要参数的方法。具体方法为:用文字符号表示电阻的单位( $R$  或  $\Omega$  表示  $\Omega$ ,  $k$  表示  $\text{k}\Omega$ ,  $M$  表示  $M\Omega$ ),电阻值(用阿拉伯数字表示)的整数部分写在阻值单位前面,电阻值的小数部分写在阻值单位的后面。用特定字母表示电阻的偏差,可参考表 1-2。例如  $R12$  表示  $0.12\Omega$ ,  $1R2$  或  $1\Omega 2$  表示  $1.2\Omega$ ,  $1k2$  表示  $1.2\text{k}\Omega$ 。

如图 1-6 所示,电阻器采用文字符号法标出  $8R2J$  表示阻值为  $8.2\Omega$ , 允许偏差为  $\pm 5\%$ 。

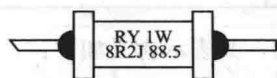


图 1-6 电阻器的文字符号法

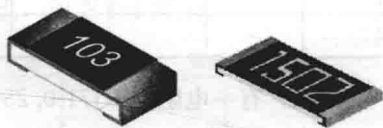


图 1-7 电阻值数码表示法

3 位数码来表示电阻值的识别方法是,从左到右第 1、2 位为有效数值,第 3 位为乘数(即零的个数),单位为  $\Omega$ , 常用于贴片元件。

例如:  $103$ , “10” 表示两位有效数字,“3” 表示倍乘为  $10^3$ ,  $103$  表示阻值标称值为  $10\text{k}\Omega$ 。

电阻值的 4 位数码表示法中,前 3 位表示有效数字,第 4 位表示有