



就是要轻松

看图学电子元器件

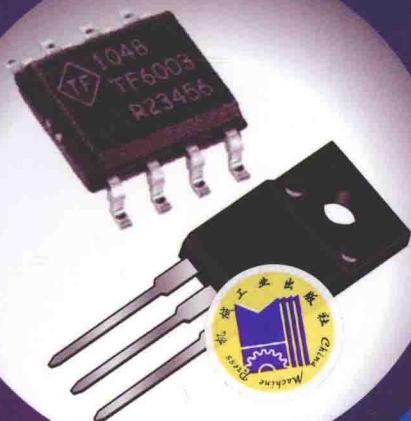


■ 杨清德 主编

图解示例，一看就懂

双色印刷，强调重点

步步引导，就是轻松





就是要轻松：看图学 电子元器件

(双色版)

杨清德 主编

机械工业出版社

本书详细介绍了电阻器、电容器、电感器、变压器、二极管、晶体管、晶闸管、场效应晶体管、集成电路、继电器、扬声器、传声器、传感器、晶振和光耦合器等十余种常用电子元器件的作用、种类、型号和特性参数、选用和检测、应用注意事项等知识,是一本集元器件基础理论、训练和参数查询于一体的入门类工具书。

本书注重实用性,通俗易懂,适合于电子技术、电工技术初学者阅读,可作为岗前培训用书,也可供职业院校学生阅读。

图书在版编目(CIP)数据

看图学电子元器件/杨清德主编. —北京:机械工业出版社, 2015. 7

(就是要轻松: 双色版)

ISBN 978-7-111-50703-1

I. ①看… II. ①杨… III. ①电子元件—图解②电子器件—图解

IV. ①TN6-64

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2015) 第 143979 号

机械工业出版社 (北京市百万庄大街 22 号 邮政编码 100037)

策划编辑: 付承桂 责任编辑: 付承桂 阎洪庆

责任校对: 张 薇 封面设计: 路恩中

责任印制: 李 洋

三河市国英印务有限公司印刷

2015 年 8 月第 1 版第 1 次印刷

184mm × 260mm · 12 印张 · 271 千字

0001—4000 册

标准书号: ISBN 978-7-111-50703-1

定价: 39.90 元

凡购本书, 如有缺页、倒页、脱页, 由本社发行部调换

电话服务

网络服务

服务咨询热线: 010-88361066

机工官网: www.cmpbook.com

读者购书热线: 010-68326294

机工官博: weibo.com/cmp1952

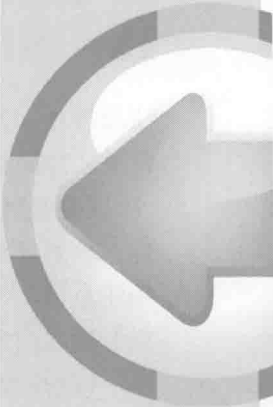
010-88379203

金书网: www.golden-book.com

封面无防伪标均为盗版

教育服务网: www.cmpedu.com

前言 Preface



随着社会的不断发展进步,越来越多的职场人已经意识到,社会对人才的评定标准和企业的用人观念正在发生颠覆性改变,从近年来技工类人才薪资不断攀高的现象就不难看出,“崇尚一技之长、不唯学历凭能力”的社会氛围正在逐步形成。许多人都想要成功,却不知道成功的道路永远只有一条,那就是不断地学习。无论是正在准备求职的你,还是已经找到了工作的你,多挤出些时间看书学习,不断地“充电”,事实证明,这是助你快速提升技术水平及工作能力最有效的途径之一。基于让初学者轻轻松松学电工技术的构想,我们编写了这套丛书,首次与读者见面的有《就是要轻松:看图学电工技术(双色版)》、《就是要轻松:看图学电工识图(双色版)》和《就是要轻松:看图学家装电工技能(双色版)》3本书,第二批与读者见面的有《就是要轻松:看图学万用表使用(双色版)》、《就是要轻松:看图学电子元器件(双色版)》、《就是要轻松:看图学电工布线(双色版)》、《就是要轻松:看图学PLC与变频器(双色版)》和《就是要轻松:看图学电工技能(口诀篇)(双色版)》5本书。

《就是要轻松:看图学电工技术(双色版)》——以初学者学习电工技术掌握的技能为线索,主要介绍常用电工工具的使用、常用电工仪表的使用、常用电工电子技术元器件的应用、电工基本操作技能、常用电气安装、电动机应用技术、PLC及变频器的应用等内容,让读者的综合技能水平得到快速提高。

《就是要轻松:看图学电工识图(双色版)》——以初学者学习电工技术必须掌握的识图技能为线索,主要介绍电工识图及绘图基础知识、电气照明施工识图、工厂供配电电气识图、电动机控制电气图识读、常用机床控制电气图识读,以及小区安防监控电气图识读等内容,让读者看得懂,会应用。

《就是要轻松:看图学家装电工技能(双色版)》——以初学者学习家装电工必须掌握的知识及技能为线索,主要介绍家装电气基础、常用电工工具和仪表、住宅电气规划与设计、家装电气布线施工、配电与照明装置安装、家庭网络系统构建、家庭常用电器的安装等内容,带领读者亲临正规家装公司的施工现场去见习,快速掌握实际操作技能。

《就是要轻松:看图学万用表使用(双色版)》——以初学者如何巧学巧用万用表为线索,主要介绍电子测量技术及常用万用表的基础知识、指针式万用表和数字万用表的一般使用方法、万用表检测常用元器件的方

法及技巧、万用表在实际检修工作中的应用实例，同时，还介绍了万用表常见故障的检修步骤及方法。

《就是要轻松：看图学电子元器件（双色版）》——初学者学习电子技术离不开元器件，该书详细介绍了十余种常用元器件的作用、种类、型号和特性参数、选用和检测、应用注意事项等知识，是一本将元器件基础理论、参数查询、识别、检测与应用等知识完美融合的入门类工具书。

《就是要轻松：看图学电工布线（双色版）》——以国家有关电气布线的相关规定及要求为依据，介绍了电力架空线路、电缆线路、照明线路及其配电器材的安装，同时介绍了建筑弱电系统布线的基本要求及方法。

《就是要轻松：看图学 PLC 与变频器（双色版）》——主要介绍了 PLC 和变频器应用的基础知识、基本使用方法及技巧、日常维护及常见故障排除方法，以及 PLC 与变频器在电气工程中的应用实例等。

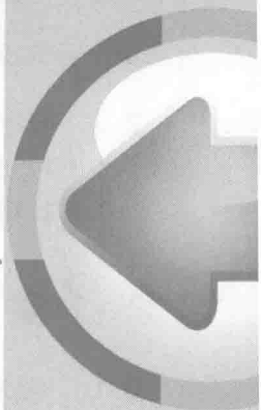
IV 《就是要轻松：看图学电工技能（口诀篇）（双色版）》——以通俗易懂的语言，介绍了常用电工工具及仪表的使用、导线连接方法等电工操作基本技能，电气线路与照明的规划、设计与施工，常用高、低压电器的应用，电动机及其控制电路，配电变压器的应用，电工识图的基本步骤及方法等内容。

本书由杨清德主编，另外，陈东、余明飞、冉洪俊、沈文琴、杨松、李建芬、任成明、先力、周万平、胡萍、乐发明、胡世胜、崔永文、赵顺洪也参加了本书的部分编写工作。

由于编者水平有限，加之时间仓促，书中难免有错误和不妥之处，敬请广大读者批评指正。主编的电子邮箱：yqd611@163.com，来信必复。

编 者

目录 Contents



前言

第 1 章 电阻器 1

1.1 认识电阻器 1

1.1.1 电阻器的功能及分类 1

1.1.2 电阻器的外形及特征 2

1.1.3 普通电阻器的参数 4

1.1.4 普通电阻器的标注 5

1.1.5 常用电阻器介绍 8

1.2 电阻器的检测及好坏判断 13

1.2.1 普通电阻器的检测 13

1.2.2 光敏电阻器的检测 15

1.2.3 压敏电阻器的检测 17

1.2.4 热敏电阻器的检测 17

1.2.5 气敏电阻器的检测 18

1.3 电阻器的应用 19

1.3.1 普通电阻器的基本应用 19

1.3.2 电阻器的代换 20

1.3.3 电阻器的连接 22

第 2 章 电容器 25

2.1 认识电容器 25

2.1.1 电容器的功能、原理及分类 25

2.1.2 电容器的参数与标注 26

2.1.3 电路中常用的几种电容器 29

2.2 电容器的检测及好坏判断 34

2.2.1 用指针式万用表检测电容器 34

2.2.2 用数字万用表检测电容器 36

2.3 电容器的应用	38
2.3.1 电容器的连接	38
2.3.2 电容器的选用与代换	40

第 3 章 电感器和变压器 45

3.1 电感器	45
3.1.1 电感器简介	45
3.1.2 电感器的检测与应用	53
3.2 变压器	57
3.2.1 变压器简介	57
3.2.2 变压器的检测及故障处理	61
3.2.3 变压器的代换	64

VI

第 4 章 二极管和晶体管 65

4.1 二极管	65
4.1.1 二极管简介	65
4.1.2 常用二极管及应用	71
4.1.3 二极管的检测	75
4.1.4 二极管整流电路	81
4.2 晶体管	82
4.2.1 晶体管简介	82
4.2.2 晶体管的放大作用及工作状态	88
4.2.3 晶体管的检测及好坏判断	90
4.2.4 晶体管的应用	93

第 5 章 晶闸管和场效应晶体管 96

5.1 晶闸管	96
5.1.1 晶闸管简介	96
5.1.2 晶闸管的特性与主要参数	102
5.1.3 晶闸管的检测	105
5.1.4 晶闸管的应用	108
5.2 场效应晶体管	111
5.2.1 场效应晶体管简介	111
5.2.2 场效应晶体管的检测及好坏判断	116

5.2.3 场效应晶体管的应用	118
-----------------------	-----

第 6 章 集成电路 120

6.1 集成电路简介	120
6.1.1 集成电路的用途及种类	120
6.1.2 集成电路封装形式及引脚排序	121
6.1.3 集成电路的命名及参数	125
6.2 集成稳压器	127
6.2.1 集成稳压器简介	127
6.2.2 三端固定集成稳压器	129
6.2.3 三端可调集成稳压器	130
6.2.4 精密电压基准集成稳压器	131
6.3 语音集成电路和数字集成电路	132
6.3.1 语音集成电路	132
6.3.2 数字集成电路	133
6.4 模拟集成电路	134
6.4.1 模拟集成电路简介	134
6.4.2 模拟集成电路的典型应用	135
6.4.3 集成运算放大器	135
6.4.4 集成电路的检测与好坏判断	138

第 7 章 其他常用元器件 144

7.1 继电器	144
7.1.1 继电器简介	144
7.1.2 常用继电器	147
7.1.3 继电器的检测及好坏判断	149
7.2 扬声器	151
7.2.1 扬声器简介	151
7.2.2 扬声器的检测及好坏判断	153
7.2.3 扬声器的应用	154
7.3 传声器	156
7.3.1 传声器简介	156
7.3.2 电容式传声器	158
7.3.3 动圈式传声器	163
7.4 开关件和接插件	166

7.4.1	开关件	166
7.4.2	接插件	168
7.5	传感器	170
7.5.1	传感器简介	170
7.5.2	常用传感器	172
7.5.3	传感器的选用	174
7.6	晶振和光耦合器	175
7.6.1	晶振	175
7.6.2	光耦合器	177

参考文献	182
------------	-----

第 1 章

电 阻 器

1.1 认识电阻器

1.1.1 电阻器的功能及分类

1. 电阻器的功能

电阻器是一种在电子电路中应用最多、最常用的电子元件之一，通常简称为电阻。在电路中，电阻器的作用主要是稳定和调节电路中的电流和电压，即具有降压、分压、限流、分流、隔离、过滤（与电容器配合）、匹配和信号幅度调节等作用。

电阻器在电路中是一种控制电路中电流大小的电子元件，通过控制电流，达到如下目的：为放大电路建立合适的电流工作点；通过分压为放大电路建立合适的电压工作点；作为负载电阻，从放大电路中取得放大信号；与电容器配合，取得延时和定时控制信号；与电容器配合，组成微分或积分电路，对信号进行整形变换；与电容器配合组成电源滤波电路等。

在电路中，电阻器是耗能元件，电流通过它就会产生热量。例如，电吹风、电饭锅、电烙铁等电热器具就是利用电阻通电发热的原理制造的。

【重要提醒】

电阻是导体本身的一种特性。电阻元件是对电流呈现阻碍作用的耗能元件。

2. 电阻器的分类

电阻器的种类较多，电阻器不同的分类见表 1-1。

表 1-1 电阻器的分类

分类方法	种 类	说 明
根据电阻器的工作特性及在电路中的作用分	固定电阻器、可变电阻器	固定电阻器又包括很多种，主要有碳质电阻器、碳膜电阻器、金属电阻器和线绕电阻器等。 阻值在一定范围内连续可调的电阻器称为可变电阻器或电位器。可变电阻器一般为两端可调，电位器一般为三端可调
按电阻器的外观形状分	圆柱形电阻器、纽扣电阻器、贴片电阻器	
按制作材料的不同	线绕电阻器、膜式电阻器、碳质电阻器	区别碳膜电阻器和金属膜电阻器：从外观上，金属膜电阻器的色环为五环（1%），碳膜电阻器的色环为四环（5%）；金属膜电阻器一般为蓝色，碳膜电阻器一般为土黄色或是其他色
按用途分	精密电阻器、高频电阻器、高压电阻器、大功率电阻器、热敏电阻器、熔断电阻器	
按引出线的不同分	轴向引线电阻器、无引线电阻器	贴片电阻器为无引线电阻器
按参数标注方式分	直标式电阻器、色环电阻器	目前广泛应用的是色环电阻器

电阻器的种类及外形比较繁杂，我们在电子电路或电路图中描述电阻器时需要统一规定一个符号来表示电阻器，电阻器在电路中的图形和文字符号如图 1-1 所示，文字符号用英文字母“R”表示。

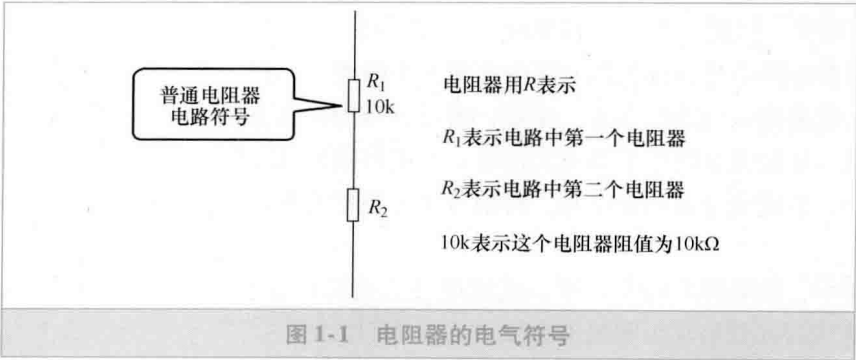


图 1-1 电阻器的电气符号

1.1.2 电阻器的外形及特征

1. 常用电阻器的外形

常用的电阻器有普通电阻器和可调电阻器，如图 1-2 所示。图中，普通色环电阻上的

色环用来表示标称阻值大小和阻值的误差。立式可调电阻器共有三个引脚，其中一个为动片引脚，另外两个为定片引脚（两定片引脚不分），它的标称阻值大小直接标注在可变电阻器上，使阻值识别大为方便。带开关的单联电位器有一个操纵柄（转柄），五个引脚，其中两个开关引脚，两个定片引脚，一个动片引脚。

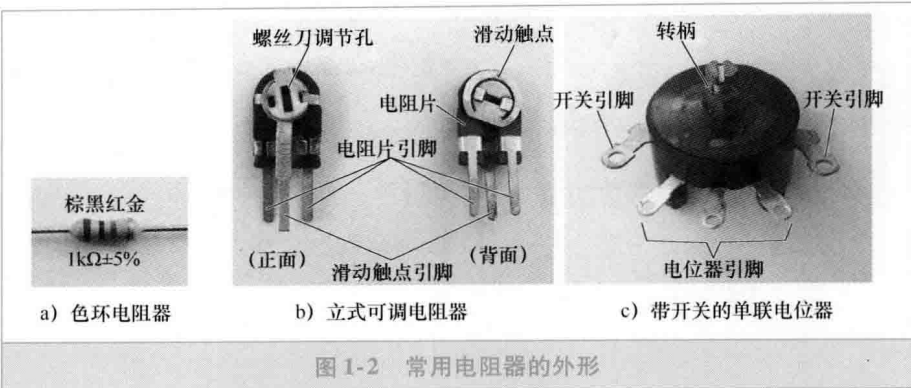


图 1-2 常用电阻器的外形

2. 常用电阻器的基本特征

常用电阻器的基本特征及应用见表 1-2。

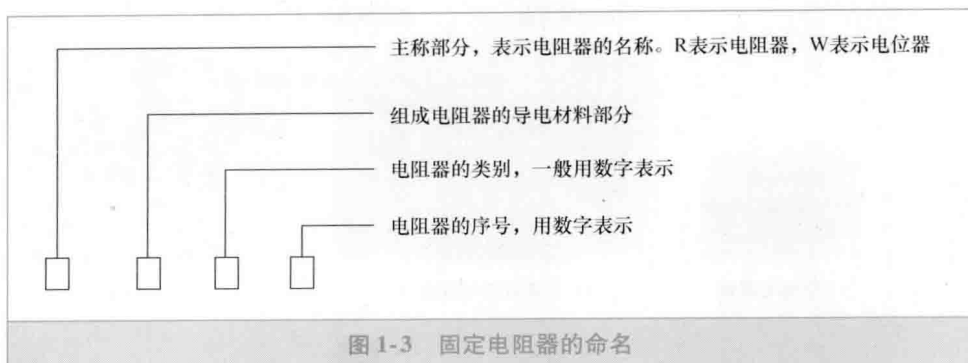
表 1-2 常见电阻器的基本特征及应用

电 阻 器	基 本 特 征	图 示	应 用 情 况
色环电阻器	有两个引脚，在电阻体周围印刷有 4 个或 5 个色环带，用来标示电阻器的阻值及误差		是各种电子电路中最常见的元件，特别适合于用电烙铁手工焊接
贴片电阻器	没有引脚，长方体形，体积小，电阻值直接印刷在电阻体上		可直接安装在印制电路板上而不在板上打孔，特别适合于采用自动化装贴设备来安装。近年来，贴片电阻器是所有电子产品的电路中使用最多的元件
电阻排	又称为电阻网络，将几个相同阻值的电阻器组合在一起形成一排阻值相同的电阻器		一般用于相同多点输入的电路中，如有若干个开关量的输入，需要对输入信号进行限流、滤波的回路
可调电阻器	又称为可变电阻器，有三个引脚，阻值大小可以调整		用于需要调节电路电流或需要改变电路阻值的场合

1.1.3 普通电阻器的参数

1. 普通电阻器的命名

国产固定电阻器的命名主要由四个部分组成，如图 1-3 所示。



2. 普通电阻器的主要参数

电阻器的主要参数有标称阻值（简称阻值）、额定功率和允许偏差等。

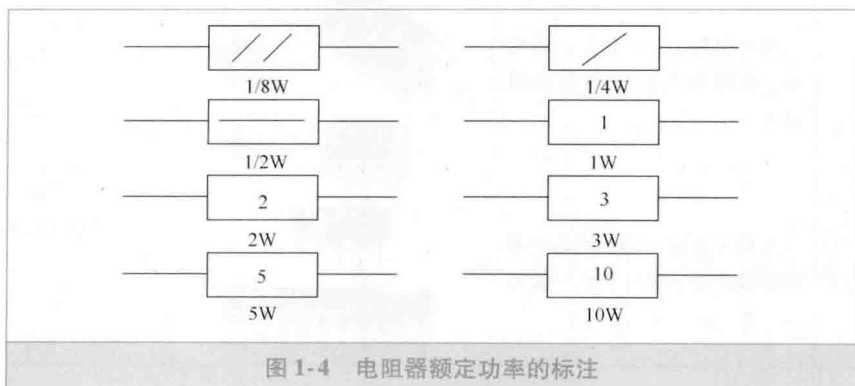
(1) 标称阻值

标称阻值通常是指电阻器上标注的电阻值（标称值严格按照国际或国家标准标注）。电阻值的基本单位是欧姆，用“ Ω ”表示。在实际应用中，还有千欧（ $k\Omega$ ）和兆欧（ $M\Omega$ ）。

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

(2) 额定功率

电阻器的额定功率是指在一定的环境温度下，电阻器能够长期连续工作而不改变其性能所允许的最大功率。功率用 P 表示，单位为瓦特（W）。不同类型的电阻器有不同的额定功率，最常用的有 $1/16W$ 、 $1/8W$ 、 $1/4W$ 、 $1/2W$ 、 $1W$ 、 $2W$ 、 $5W$ 、 $10W$ 等多种规格，如图 1-4 所示。



(3) 允许偏差

电阻器的实际阻值和标称阻值间的差别，常以差值与标称阻值的百分比数来表示，叫作允许偏差（或阻值误差）。

表示允许偏差的方法有直标法、罗马数字法、符号法和色标法,见表1-3。允许偏差值越小,表示电阻器的阻值精度越高。

表 1-3 电阻器允许偏差表示法

直 标 法	罗马数字法	符 号 法	色 标 法
$\pm 0.5\%$		D	绿
$\pm 1\%$		F	棕
$\pm 2\%$		G	红
$\pm 5\%$	I	J	金
$\pm 10\%$	II	K	银
$\pm 20\%$	III	M	无色

1.1.4 普通电阻器的标注

电阻器的标注方法主要有直标法、数标法和色标法。

1. 直标法

直标法是指将电阻器的类别、标称电阻值、允许偏差、额定功率及其他参数的数值等直接标注在电阻器的表面。也有的用数字加字母符号(Q、 Ω 、k、M)或两者有规律的组合来表示电阻器的阻值,其中字母符号前面的数字表示阻值的整数部分,字母符号后面的数字表示阻值的小数部分。如“6 Ω 8”,表示阻值为6.8 Ω ;“3k9”,表示阻值为3.9k Ω ,如图1-5所示。

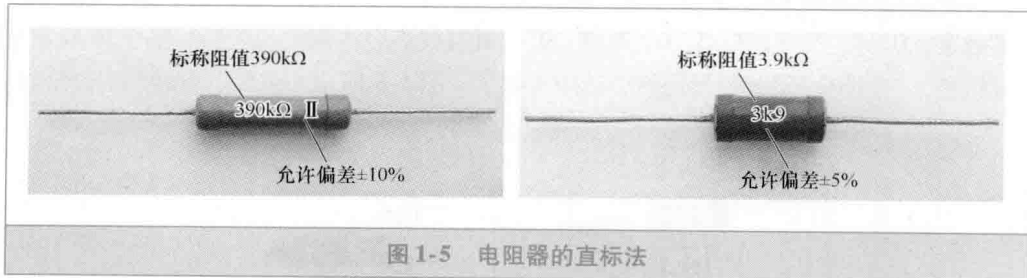


图 1-5 电阻器的直标法

2. 数标法

数标法常见于贴片电阻器,用3~4位整数表示阻值,单位为 Ω 。如果用三位数表示阻值,则前两位表示有效数字,第三位数字是倍率。如电阻器上标注“ABC”,表示其阻值为 $AB \times 10^C$,其中,“C”如果为9,则表示-1。图1-6所示为常用贴片电阻器的标注。

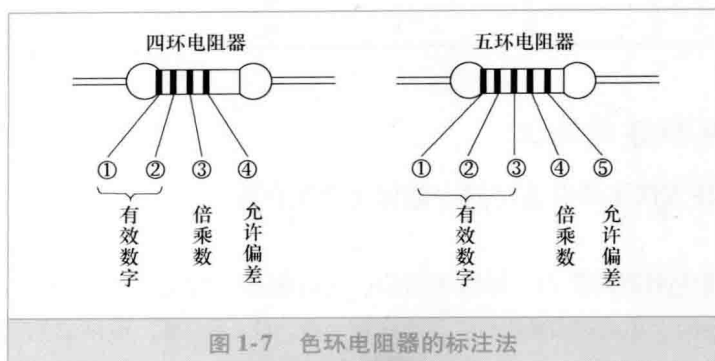
另外,可调电阻器在标注阻值时,也常用两位数字表示。第一位表示有效数字,第二位表示倍率。如某电阻器标注为“24”,则表示 $2 \times 10^4 = 20k\Omega$ 。

3. 色标法

用色标法的电阻器,在电阻器上印有四道或五道色环表示阻值,阻值的单位为 Ω 。对于四环电阻器,紧靠电阻器端部的第一、二环表示两位有效数字,第三环表示倍乘数,第四环表示允许偏差。对于五环电阻器,第一、二、三环表示三位有效数字,第四环表示倍乘数,第五环表示允许偏差。色环电阻器的标注法如图1-7所示。

201	100	2R4	R68	684
200Ω	10Ω	2.4Ω	0.68Ω	680kΩ
475	101	332	513	6801
4.7MΩ	100Ω	3.3kΩ	51kΩ	6.8kΩ

图 1-6 常用贴片电阻器的标注



色标法中每种颜色所对应的数字在国际上是统一的，初学者往往一时记不住，运用不熟练，其实只要记住下面 10 个字的顺序，即“黑、棕、红、橙、黄、绿、蓝、紫、灰、白”，它对应着数字“0、1、2、3、4、5、6、7、8、9”，并且代表允许偏差的最后一圈色环多为专门的金色或银色，“熟能生巧”，慢慢地就会运用自如了。图 1-8 所示为色环电阻器的识读示例。

四环电阻器识读					
颜色	有效第一位数	有效第二位数	倍乘数	允许偏差(%)	
棕	1	1	10 ¹	±1	
红	2	2	10 ²	±2	
橙	3	3	10 ³	—	
黄	4	4	10 ⁴	—	
绿	5	5	10 ⁵	±0.5	
蓝	6	6	10 ⁶	±0.25	
紫	7	7	10 ⁷	±0.1	
灰	8	8	10 ⁸	20~50	
白	9	9	10 ⁹	—	
黑	0	0	10 ⁰	—	
金	—	—	10 ⁻¹	±5	
银	—	—	10 ⁻²	±10	
无色	—	—	—	±20	

a) 四环电阻器

五环电阻器识读					
颜色	有效第一位数	有效第二位数	有效第三位数	倍乘数	允许偏差(%)
棕	1	1	1	10 ¹	±1
红	2	2	2	10 ²	±2
橙	3	3	3	10 ³	—
黄	4	4	4	10 ⁴	—
绿	5	5	5	10 ⁵	±0.5
蓝	6	6	6	10 ⁶	±0.25
紫	7	7	7	10 ⁷	±0.1
灰	8	8	8	10 ⁸	20~50
白	9	9	9	10 ⁹	—
黑	0	0	0	10 ⁰	—
金	—	—	—	10 ⁻¹	±5

b) 五环电阻器

图 1-8 色环电阻器的识读示例

色环记忆口诀

1, 2, 3, 4, 5, 棕红橙黄绿,
6, 7, 8, 9, 0, 蓝紫灰白黑。
金5银10表误差, 读准色环就计算。

【重要提醒】

下面介绍识读色环电阻器的几个技巧。

(1) 首位色环的确定

在一般电阻器的色环中, 金、银色环一般表示精度, 即色环中金或银色环通常为末位色环。另外, 最靠近引线端的色标是首位色标, 依此定出其右边的第二、三、四和第五位色标。

当色环中有与最后一环颜色相同时, 可通过色环之间的距离来判断, 即第一环与第二环之间的距离要比最后一环与前一环的距离小。

如果色环中没有金或银色环, 并且无法准确判断哪个色环最靠近引线端, 可以先用万用表试测一下 (可以用不同的量程试测), 然后根据初测的阻值, 确定倍乘数位色环的颜色, 继而判断出首位色环的颜色。

(2) 允许偏差色环的确定

最常用的表示电阻器允许偏差的颜色是金、银、棕, 尤其是金色环和银色环, 一般很少用作电阻器色环的第一环, 所以在电阻器上只要有金色环和银色环, 就可以基本认定这是电阻器的允许偏差色环, 即最末一个色环。

(3) 棕色环是否表示允许偏差的确定

棕色环既常用作允许偏差环, 又常作为有效数字环, 且常常在第一环和最末一环中同时出现, 让人很难识别谁是第一环。可以按照色环之间的间隔加以判别。例如, 一个五色环电阻器, 第五环和第四环之间的间隔比第一环和第二环之间的间隔要宽一些, 据此可判断色环的排列顺序, 如图 1-9 所示。

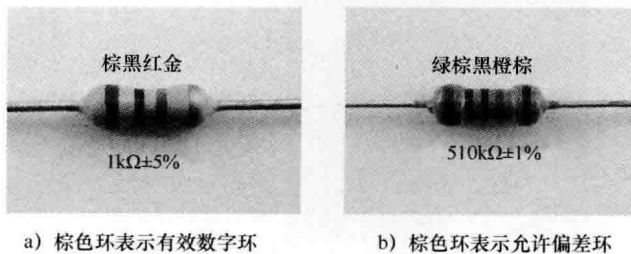
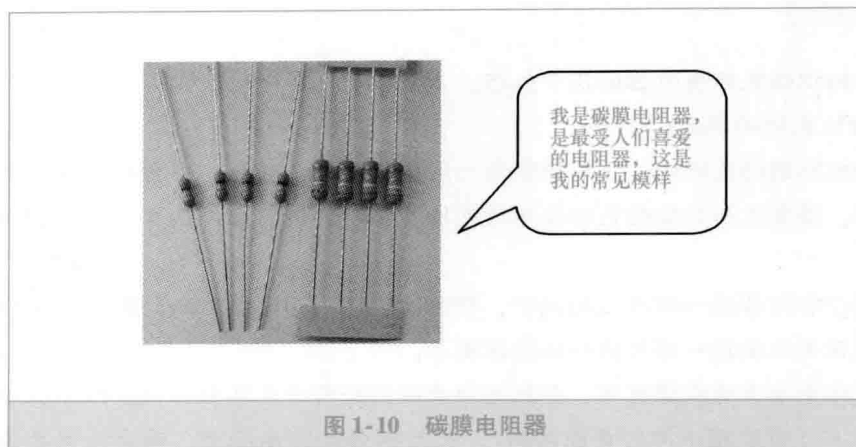


图 1-9 棕色环是否表示允许偏差的确定

1.1.5 常用电阻器介绍

1. 碳膜电阻器

碳膜电阻器，顾名思义它是采用高温真空镀膜技术将碳紧密附在瓷棒表面形成碳膜，然后加适当接头切割，并在其表面涂上环氧树脂密封保护而形成的，常见的碳膜电阻器的外形如图 1-10 所示。



碳膜电阻器成本较低，是目前电子、电器、资讯产品使用量最大的电阻器。但是，其电性能和稳定性较差。

碳膜电阻器一般为四环电阻器。

2. 金属膜电阻器

金属膜电阻器是采用高温真空镀膜技术将镍铬或类似的合金紧密附在瓷棒表面形成皮膜，经过切割调试阻值，以达到最终要求的精密阻值，然后加适当接头切割，并在其表面涂上环氧树脂密封保护而形成。常见的金属膜电阻器的外形如图 1-11 所示。

