

电子技术三剑客丛书

电子技术 三剑客 之 元器件

◎ 胡 斌 编著



电子工业出版社

PUBLISHING HOUSE OF ELECTRONICS INDUSTRY

<http://www.phei.com.cn>

内 容 简 介

本书是电子技术三剑客丛书的第1本,以易于理解的图形和表格方式,简明扼要地讲解了电子技术中最基础的元器件知识。本书首先从总体上讲解学习元器件基础知识的方法,然后分门别类地详细讲解电阻、电容、电感、变压器、二极管、三极管、场效应管、电子管、显像管、集成电路、晶闸管、数码管、半导体存储器、接插件、开关件、直流电动机等各种常用电子元器件的基础知识。

未经许可,不得以任何方式复制或抄袭本书之部分或全部内容。
版权所有,侵权必究。

图书在版编目(CIP)数据

电子技术三剑客之元器件/胡斌编著. —北京:电子工业出版社, 2008.1

(电子技术三剑客丛书)

ISBN 978-7-121-05525-6

I. 元… II. 胡… III. ①电子元件—基本知识②电子器件—基本知识 IV. TN6

中国版本图书馆CIP数据核字(2007)第187124号

责任编辑:赵丽松 王敬栋

印 刷:北京天宇星印刷厂

装 订:三河市皇庄路通装订厂

出版发行:电子工业出版社

北京市海淀区万寿路173信箱 邮编 100036

开 本:787×1092 1/16 印张:12 字数:307千字

印 次:2008年1月第1次印刷

印 数:5000册 定价:19.80元

凡所购买电子工业出版社图书有缺损问题,请向购买书店调换。若书店售缺,请与本社发行部联系,联系及邮购电话:(010) 88254888。

质量投诉请发邮件至 zltts@phei.com.cn, 盗版侵权举报请发邮件至 dbqq@phei.com.cn。

服务热线:(010) 88258888。

前 言

元器件、电路识图和电路检修是学习电子技术的三个重要内容,“电子技术三剑客”丛书分别从这三个角度讲述学习电子技术的方法。本书是“电子技术三剑客”丛书中的元器件部分,学习电子技术的起步应该从元器件开始,所以本书应该是这套丛书中第一本需要认真学习的书。

笔者凭借多年的教学和科研经验及多本电子技术类图书的写作实践,结合大量的网络辅导体会,精心撰写了本书。通过本书的学习,读者能够掌握明确而具体的电子元器件学习方法、思路和众多基础知识点,引领初学者从元器件起步学好电子技术。

元器件知识点

元器件知识主要包括元器件外形识别、电路符号识别、参数识别、引脚极性识别、结构及工作原理、主要特性、质量检测、故障修配和典型应用电路等方面,其中的质量检测、典型应用电路分别在《电子技术三剑客之电路检修》和《电子技术三剑客之电路识图》中介绍,其他元器件知识点都在本书中讲解。

本书及三剑客丛书学习方法提示

许多初学者在学习过程中总会有一些不能理解的问题,从而影响学习的情绪和进程,造成这一现象的主要原因是没有系统地看书学习。盲目地追求快速、跳跃式阅读会适得其反,因此,有必要掌握科学的学习方法。

系统地读书是好方法,具体讲就是先快速阅读全书,把第一次阅读中遇到的不能理解的问题先放在一边,不去追求第一次阅读中就能全面掌握所有知识。快速阅读第一遍后进行第二次的精读,许多第一次阅读中遇到的问题就会自然消失。

由于本书内容主要涉及元器件知识,内容之间的关联性不强,因此在学习本书时只要求通过阅读来加强记忆,但不要求死记硬背,阅读后没有记住也没关系,在遇到问题时能知道相关知识在哪里能找到,再去复习性阅读,这样学习轻松、无负担,而且快捷。

如果您是“电子技术三剑客”丛书的读者,那么您可以三本书同步学习,在阅读元器件一书的部分元器件知识后,去阅读《电子技术三剑客之电路识图》一书中的相关章节,如要学习动手操作技能可以在《电子技术三剑客之电路检修》一书中学习相应元器件的检测方法。这种三项内容之间循环交替的学习方法可以减少学习疲劳,亦可相互促进,提高整体电子技术水平。

本书写作特点

本书在写作上力求通俗易懂,由浅入深,在内容选择和安排上做到了科学研究和精心策划,以知识点渐进方式分层次推进,对重要内容强化了细节,力求使读者读了能懂,并且能够掌握百种电子元器件知识。本书具有如下鲜明特色。

内容选取	系统性强，层次渐进，实用至上，力求无障碍理解
写作形式	图会说话，表格归纳，重点细说，实现轻松阅读

本书友情辅导资源

友情 QQ 在线答疑	昵称：古木 QQ：1155390（关注 QQ 消息栏中的各种信息、QQ 空间、电子群和博客，由于读者甚多，请在 QQ 加入本人申请时说明本书书名）
------------	---

本书核心内容提示

本书讲解了各大类近百种元器件知识点，各章节核心内容和学习要求如下。

第 1 章 电子元器件学习入门及阻容元件	在讲解元器件学习方法后，详细讲述电阻类和电容类元器件知识点。电阻类和电容类元器件是电子电路中使用最多的元器件，必须深入掌握
第 2 章 电感器、变压器和二极管基础知识	讲解电感器类、变压器类和二极管类等几十种元器件，它们都是电子电路中的基本元器件。除一些专用二极管外，要求掌握其他元器件知识点
第 3 章 三极管、场效应管和显像管基础知识	详细讲述三极管和场效应管基础知识，介绍显像管知识。三极管和场效应管是放大类器件，电子电路中的电信号都是通过这类元器件完成放大任务的，必须掌握
第 4 章 集成电路、晶闸管、数字显示器和半导体存储器基础知识	通过本章内容熟悉集成电路和数字显示器件等基础知识
第 5 章 音视频和电脑用接插件、开关件基础知识	接插件是电子电器间和电路板之间的重要连接元器件，开关件是重要的电路控制元器件，通过本章学习可以了解音频和视频电子电器、电脑中各类接插件和开关件的基础知识
第 6 章 直流电动机、磁头、话筒、扬声器和其他元器件基础知识	本章介绍了数十种电子电器中其他的电子元器件，通过本章学习可以扩展读者的知识面

由于本人业务水平所限，书中疏漏、错误在所难免，请广大读者批评指正。

江苏大学 胡斌

目 录

第 1 章 电子元器件学习入门及阻容元件	1
1.1 元器件知识学习须知	1
1.1.1 识别电子元器件	1
1.1.2 掌握元器件主要特性	3
1.1.3 检测元器件的 5 种方法	4
1.2 电阻器、可变电阻器和电位器	4
1.2.1 普通电阻器种类及外形特征说明	4
1.2.2 普通电阻器电路符号说明	6
1.2.3 电阻器参数标注及识别方法	8
1.2.4 电阻器重要特性	11
1.2.5 可变电阻器知识	12
1.2.6 电位器知识	16
1.2.7 敏感电阻器	19
1.2.8 熔断电阻器基础知识	20
1.2.9 压敏电阻器基础知识	21
1.2.10 PTC 热敏电阻器基础知识	23
1.3 电容器、电解电容器、微调电容器和可变电容器	23
1.3.1 电容器种类和外形特征	23
1.3.2 电容器电路符号	27
1.3.3 电容器主要参数和识别方法	29
1.3.4 电容器主要特性说明	31
第 2 章 电感器、变压器和二极管基础知识	36
2.1 电感器基础知识	36
2.1.1 电感器种类和外形特征说明	36
2.1.2 电感器电路符号	38
2.1.3 电感器主要参数、标注方法和识别方法	39
2.1.4 电感器主要特性说明	41
2.2 变压器基础知识	43
2.2.1 变压器种类及外形特征说明	43
2.2.2 变压器电路符号说明	44
2.2.3 变压器结构和工作原理	45
2.2.4 变压器常用参数及标注方法说明	46
2.2.5 变压器主要特性说明	48
2.3 二极管基础知识	49
2.3.1 二极管种类及外形特征说明	49

2.3.2	二极管电路符号说明	50
2.3.3	二极管导通和截止工作状态说明	51
2.3.4	二极管主要参数和正、负极引脚标记说明	53
2.3.5	二极管主要特性说明	55
2.3.6	桥堆及半桥堆基础知识	58
2.4	稳压二极管基础知识	59
2.4.1	稳压二极管外形特征和电路符号说明	59
2.4.2	稳压二极管主要参数和重要特性说明	61
2.5	发光二极管和光敏二极管基础知识	61
2.5.1	发光二极管种类、外形特征和电路符号	62
2.5.2	发光二极管主要特性说明	63
2.5.3	红外发光二极管基础知识	64
2.5.4	光敏二极管基础知识	64
2.6	开关二极管和变容二极管基础知识	64
2.6.1	开关二极管	64
2.6.2	变容二极管基础知识	65
2.7	其他类型二极管	67
2.7.1	肖特基二极管	67
2.7.2	快恢复二极管和超快恢复二极管	68
2.7.3	变阻二极管基础知识	69
2.7.4	瞬态电压抑制二极管	70
2.7.5	其他二极管	71
第3章	三极管、场效应管、电子管和显像管基础知识	74
3.1	三极管基础知识	74
3.1.1	三极管种类和外形特征说明	74
3.1.2	三极管电路符号	77
3.1.3	三极管结构及基本工作原理说明	79
3.1.4	三极管截止、放大和饱和3种状态说明	81
3.1.5	三极管主要参数说明	83
3.1.6	三极管主要特性说明	83
3.2	场效应管基础知识	86
3.2.1	场效应管种类及外形特征说明	86
3.2.2	场效应管电路符号及工作原理说明	88
3.2.3	场效应管主要特性说明	91
3.2.4	场效应管主要参数说明	93
3.3	电子管基础知识	94
3.3.1	电子管外形特征和电路符号说明	94
3.3.2	电子管结构和工作原理说明	96
3.3.3	电子管主要特性和参数说明	97
3.4	黑白显像管和彩色显像管基础知识	98

3.4.1	黑白显像管基础知识	98
3.4.2	彩色显像管基础知识	102
第 4 章	集成电路、晶闸管、数字显示器和半导体存储器基础知识	105
4.1	集成电路基础知识	105
4.1.1	集成电路种类和外形特征说明	105
4.1.2	集成电路电路符号说明	107
4.1.3	集成电路主要参数及运用说明	107
4.1.4	集成电路资料说明	108
4.2	晶体闸流管	112
4.2.1	单向晶闸管外形特征和电路符号说明	112
4.2.2	晶闸管种类和结构说明	113
4.2.3	晶闸管主要特性说明	115
4.2.4	晶闸管主要参数和型号组成说明	116
4.2.5	双向晶闸管说明	117
4.3	数字式显示器基础知识	119
4.3.1	数字式显示器电路组成和种类	119
4.3.2	分段式发光二极管数码管显示器基础知识	120
4.3.3	荧光数码管基础知识	120
4.3.4	重叠式辉光数码管显示器基础知识	121
4.3.5	液晶显示器基础知识	122
4.4	半导体存储器基础知识	123
4.4.1	存储容量和存取速度说明	123
4.4.2	半导体存储器种类	124
第 5 章	音视频和电脑用接插件、开关件基础知识	125
5.1	音视频接插件基础	125
5.1.1	$\phi 3.5$ 插头插座基础知识	125
5.1.2	针型插头插座基础知识	128
5.1.3	其他插头插座基础知识	129
5.1.4	电路板接插件知识	130
5.2	电脑接插件	131
5.2.1	电脑接口	131
5.2.2	电脑主板基础知识	137
5.2.3	电脑主板 CPU 接插槽基础知识	138
5.2.4	电脑主板扩展插槽基础知识	139
5.3	开关件基础知识	144
5.3.1	普通开关件基础知识	145
5.3.2	波段开关基础知识	149
5.3.3	录放开关基础知识	150
5.3.4	机芯开关基础知识	152

第 6 章 直流电动机、磁头、话筒、扬声器及其他元器件基础知识	154
6.1 直流有刷电动机基础知识	154
6.1.1 直流有刷电动机外形特征和电路符号说明	154
6.1.2 直流有刷电动机种类和结构	155
6.1.3 直流有刷电机主要性能参数和识别方法	155
6.2 卡座磁头基础知识	157
6.2.1 磁头外形特征和电路符号说明	157
6.2.2 磁头种类说明	158
6.2.3 磁头结构和主能参数说明	159
6.3 话筒和扬声器基础知识	160
6.3.1 驻极体电容话筒基础	160
6.3.2 动圈式话筒基础知识	162
6.3.3 扬声器基础知识	163
6.4 磁棒天线基础知识	165
6.4.1 磁棒天线外形特征和电路符号说明	165
6.4.2 磁棒天线结构和工作原理说明	167
6.5 陶瓷滤波器、声表面波滤波器、石英晶振、干簧管和霍尔集成电路基础知识	168
6.5.1 陶瓷滤波器基础知识	168
6.5.2 声表面波滤波器基础知识	170
6.5.3 石英晶振基础知识	172
6.5.4 干簧管基础知识	174
6.5.5 霍尔集成电路基础知识说明	175
6.6 散热片和电路板基础知识	176
6.6.1 散热片基础知识	176
6.6.2 电路板基础知识	179

第 1 章 电子元器件学习入门及阻容元件

电子电路中的电阻器、电容器、电感器、二极管和三极管号称“5 大金刚”，它们是最基本的 5 种元器件。本章从元器件基础知识入手，讲述如何通过掌握元器件特性，达到掌握电路特性和关键技术的目的。

1.1 元器件知识学习须知

不管电子整机电路如何错综复杂、千变万化，它的最小组成元素都是电子元器件，好像一座高楼大厦由钢筋、水泥构成一样，仅从这一点就可以知道学好元器件对掌握电子技术的重要性了。

1.1.1 识别电子元器件

重要提示：许多初学者都有一个相同的疑惑——学习电子技术从哪起步，答案是要从学习元器件知识起步。

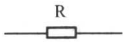
学习元器件知识的 3 大要素是：识别、特性掌握和检测。

识别元器件是第一要素，如果面对电路板上众多形状“怪异”的电子元器件不认识，面对电路图的各种电路符号不熟悉，那就无法掌握元器件和电路特性，更无法检测和检修。

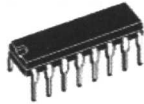
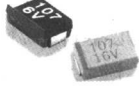
1. 电子元器件 5 项识别内容

表 1-1 列出了电子元器件 5 项识别内容说明。

表 1-1 电子元器件 5 项识别内容说明

关 键 词	说 明	参 考 图
外形	通过外形识别各种电子元器件“长”得啥模样，以便与电路图中的该电子元器件电路符号相对应，如图所示是电阻器实物照片	
电路板上元器件	在电路故障检修中，需要根据电路图建立的逻辑关系检修电路，在电路板上寻找所需检查的电子元器件，这时的元器件识别是在修理过程中的识别，对初学者而言困难很大，但是却非常重要，如图所示就是在电路板上的 3 只电阻器	
电路符号	电路图中每种电子元器件都有一个对应的电路符号，电路符号相当于电子元器件在电路图中的代号，如图所示是电阻器的电路符号	

续表

关键词	说明	参考图
引脚极性和引脚识别	电子元器件至少有两根引脚，每根引脚都有特定的作用，相互之间不能代替，必须对各引脚加以识别，如图所示是集成电路，它有很多引脚。 有的元器件的两根引脚有正、负极性之分，此时也需要进行正极和负极引脚识别	
型号和参数识别	每个元器件都有它的标称参数，如电阻器的阻值多大，误差是多少等，还有元器件是什么型号的。如图所示是贴片电容	

对某个具体的电子元器件识别主要有 4 项内容，其识别步骤分成 5 步：外形特征识别→电路符号识别与实物对应→引脚识别和引脚极性识别→型号和参数识别→识别电路板上元器件。

电子元器件有数十个大类，成百上千个品种，从电子元器件具体外形特征角度来讲就更是千姿百态，新型元器件又层出不穷，所以电子元器件识别任务繁重，对初学者而言困难重重。但是，主要识别几十种常用电子元器件也就可以入门了。

2. 元器件外形识别方法

电子元器件外形识别就是实物与名称对应，其目的是拿到一种电子元器件能知道它是什么元器件，知道它的电路符号。

如图 1-1 所示是 3 种电子元器件实物图。快速识别电子元器件外形可以通过循序渐进的方法。



图 1-1 3 种电子元器件实物图

最有效的元器件识别方法是走进一家电子元器件专卖店，店内琳琅满目的电子元器件可以使你“大饱眼福”。通常电子元器件按类放置，各种电子元器件旁边都标有它们的名称，实物与名称快速而且方便地对应，感性认识很强，这样的视觉信息输入具有学习效率高、信息量大的优点，过了若干年还记忆犹新。

所以，对于初学者，要走进电子元器件专卖店进行实践活动，这种实践活动收获很大。

3. 电路符号识别信息

理解电路符号中的识别信息，有助于对电路符号的记忆，对分析电路工作原理也十分有益。关于识别电子元器件电路符号主要说明下列几点：

(1) 电子元器件的电路符号中含有不少电路分析中所需要的识图信息,最基本的识图信息是通过电路符号了解该元器件有几根引脚,如果引脚有正、负极性之分,在电路符号中也会有相应的表达方式。

(2) 元器件电路符号具有形象化的特点,电路符号的每一个笔画或符号都表达了特定的识图信息。

(3) 电路符号中的字母是该元器件英语单词的第一个字母,如变压器用 T 表示,它是英语 Transformer 的第一个字母。如果懂英语,也有助于识别电路图电路中的电路符号,这对一些电路的识图非常有益。

(4) 一些元器件的电路符号还能表示该元器件的结构和特性。

4. 引脚识别和引脚极性识别方法

许多电子元器件的引脚都有极性,各引脚之间是不能相互代用的,这时就要通过电路符号或元器件实物进行引脚的识别和引脚极性的识别。

引脚极性识别和引脚识别方法有两种情况:一是电路符号中的识别;二是电子元器件实物识别。

5. 从电路板上识别元器件

这一步的元器件识别是最为困难的,需要有较扎实的元器件知识和电路知识基础,还需要运用许多技巧。

1.1.2 掌握元器件主要特性

了解元器件结构和基本工作原理、掌握电子元器件的特性是分析电路工作原理的关键要素,不能掌握电子元器件的主要特性,电路分析寸步难行。同时,掌握元器件的主要特性还有助于用万用表检测电子元器件质量,还可以帮助记忆,易于掌握。

1. 了解元器件基本结构

如果不能了解元器件的结构,就不知道元器件外壳内部装有什么;基础知识不扎实,就会影响进一步的深入学习,影响对元器件知识的全面掌握。

了解元器件结构有助于理解该元器件的工作原理,进而可以学习元器件的主要特性,运用这些特性就可以分析电路中元器件的工作原理,这其中的知识链是一环扣一环的,如果基础知识掌握得不扎实,往往就是因为是在知识链中脱了一环。

2. 了解元器件基本工作原理

每种电子元器件的工作原理都需要了解,对于常用和重要元器件的工作原理解则需要深入了解,为掌握元器件的主要特性打下基础。

例如,掌握了电容器的工作原理才能更加深刻地理解电容器的隔直流作用和交流电流能够通过电容的机理。

3. 掌握电子元器件主要特性

从分析电路工作原理角度出发，掌握电子元器件的主要特性非常重要，要求初学者务必掌握。

(1) 在学习元器件特性时要注意一点，每一种元器件可能有多个重要的特性，要全面掌握元器件的这些主要特性。如何灵活、正确运用元器件的主要特性是电路分析中的关键点。

(2) 学习电子元器件的特性并不困难，困难的是学会灵活运用这些特性去解释、理解电路的工作原理。同一个元器件可以构成不同的应用电路，当该元器件与其他不同类型元器件组合使用时，需要运用不同的特性去理解电路工作原理。

在电路分析中，熟练掌握电子元器件的主要特性是关键因素。初学者往往感觉对电路工作原理分析无从下手，其原因是没有真正掌握电子元器件的主要特性。

1.1.3 检测元器件的 5 种方法

掌握电子元器件检测技术是电路故障检修的关键要素。电路故障检修的最后一环是确定所怀疑的元器件是否真的有质量问题，这需要通过检测来完成。

表 1-2 列出了元器件故障 5 种处理手段说明。

表 1-2 元器件故障 5 种处理手段说明

关 键 词	说 明
质量检测	通常运用万用表等简单测试仪器进行元器件的质量检测，分为在路检测和脱开检测两种方法
故障修理	部分元器件的某些故障是可以通过修理使之恢复正常功能的
调整技术	一些元器件或机械零部件通过必要的调整可以使之恢复正常工作，主要是机械零部件可以通过相关项目调整，使之恢复正常功能
选配原则	元器件损坏后必须进行更换，更换最理想的方法是直接更换，但是在许多情况下因为没有原配器件，则需要通过选配来完成
更换操作方法	更换元器件的操作有的是相当方便的，有的则是非常的困难。例如，引脚很多的四列集成电路更换起来就很不方便

1.2 电阻器、可变电阻器和电位器

电阻器在电子电路中的应用相当广泛，它不仅可以单独使用，而且在更多的情况下与其他元器件一起构成具有各种功能的电路。

电阻器就是为电路提供一个带电阻的元器件，通过消耗电量，分配电路中的电流，达到特定的目的。为了表述方便，通常将电阻器简称为电阻。

1.2.1 普通电阻器种类及外形特征说明

1. 种类说明

表 1-3 列出了电阻器种类说明。

表 1-3 电阻器种类说明

关 键 词	说 明
按照电阻器在电路中的性能划分	普通型电阻器，它广泛应用于电子电路中； 特殊型电阻器，它主要应用于一些特殊要求的场合。例如，湿敏电阻器可以用于录像机的结露保护电路中作为传感元器件等
按照电阻器的参数标注方式划分	直标式电阻器，电阻器的有关参数用数字直接标注在电阻器上，这类电阻器体积较大； 色环电阻器，目前大量使用，它的标称阻值等有关参数采用色环来表示，其体积较小
按照制造电阻器的材料划分	碳膜电阻器，它使用广泛，成本低；金属膜电阻器；合成膜电阻器等多种
按照电阻器阻值的制造精度划分	普通精度电阻器，它常见于民用的电子设备中； 精密电阻器，它的阻值误差很小，主要用于军用和一些精度要求很高的电子设备中

如图 1-2 所示是电阻类元器件的分类，可以看出，电阻类元器件的种类较多。图中的精密电阻器只是阻值更为精密，其他与普通电阻器相同。

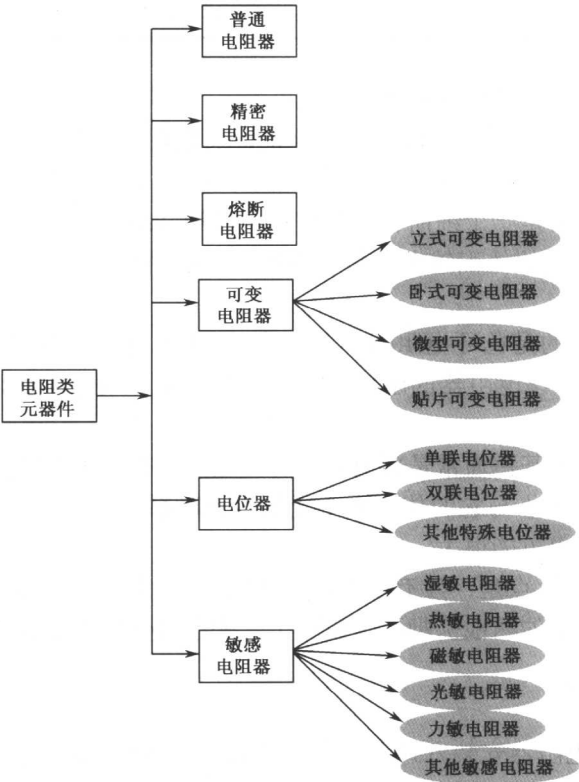
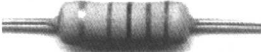


图 1-2 电阻类元器件的分类

2. 普通电阻器外形特征说明

普通电阻器种类和形态有许多，表 1-4 列出了部分普通电阻器实物图。通过这些实物图初步认识普通电阻器，建立感性认识。

表 1-4 部分普通电阻器实物图

实物图			
名称	高频型金属膜电阻器	高阻型玻璃釉电阻器	高阻型金属膜电阻器
实物图			
名称	金属膜电阻器	精密金属膜电阻器	水泥电阻器（氧化膜芯）
实物图			
名称	氧化膜电阻器	熔断电阻器	贴片电阻器

关于普通电阻器的具体特征说明如下几点：

（1）电阻器只有两根引脚，两根引脚不分正、负极性，常见的电阻器两根引脚沿轴线方向伸出，可以弯曲，以便在电路板上进行安装。

（2）普通电阻器通常是一个细而长的圆柱形，长约 1cm，直径为 0.3cm 左右，电阻器的体积大小也不同，电阻器的体积越大，其功率越大，在相同的功率下金属膜电阻器的体积小于碳膜电阻器的体积。

（3）现在用得最多的是色环电阻器，其上有 4 条色环（还有 3 条或 5 条色环的电阻器），这些色环用来表示该电阻器的阻值大小和误差等级。对于非色环电阻器，在电阻器上会直接标出阻值等参数。

（4）普通电阻器外表基色通常是彩色的，有绿色的，有黄色的等。

（5）电阻器的阻值大小与它的体积大小之间没有联系，阻值大的电阻器不一定体积大，体积很小的电阻器阻值也可能很大。

（6）贴片电阻器的特点是：没有引脚，体积很小，为长方形块状，它的两端有两个电极，相当于普通电阻器中的两根引脚，主要用于一些小型化的电子设备中。

3. 电阻器安装方式

如图 1-3 所示是电阻器安装方式示意图。普通电阻器有引脚，它装在电路板的正面，贴片电阻器没有引脚，它装在电路板背面。

1.2.2 普通电阻器电路符号说明

电子元器件的电路符号用于电子电路中，它在电路图中用来表示元器件。各种元器件的电路符号中含有许多对电路分析有益的识图信息，掌握电子元器件电路符号的识图信息，分析电路就会轻松点儿。

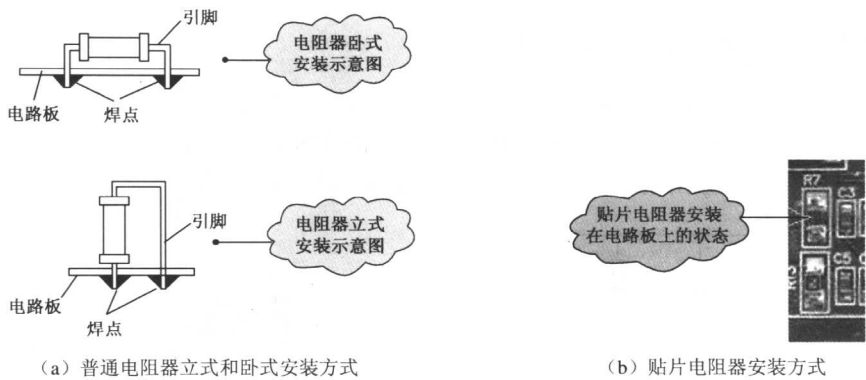


图 1-3 电阻器安装方式示意图

1. 普通电阻器电路符号

如图 1-4 所示是普通电阻器电路符号。在电路分析中，为了表述方便将电阻器简称为电阻，如电阻 R1。

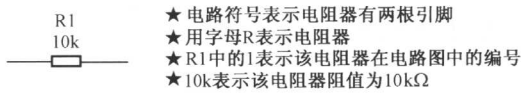
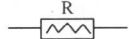
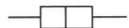
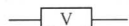
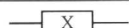


图 1-4 普通电阻器电路符号

表 1-5 列出了普通电阻器的其他电路符号说明。

表 1-5 普通电阻器的其他电路符号说明

电 路 符 号	名 称	说 明	
	线绕电阻器电路符号	额定功率很大，体积大，用于一些电流很大的场合，电子管放大器常用	
	标注额定功率的电路符号	1/8W	符号中同时标出了该电阻器的额定功率，通常电子电路中使用的普通电阻器的额定功率都比较小，常用的是 1/8W 或 1/16W，电路符号中一般不标出它的额定功率，只有在额定功率比较大时需要在电路图中标注额定功率
		1/4W	
		1/2W	
		1W	
		2W	
		3W	
		4W	
		5W	
		10W	
	国外电路符号	在进口电子设备的电路图中出现，也是国家标准中允许使用的电路符号	

2. 熟悉实用电路图电阻器电路符号

如图 1-5 所示是某电路的电路图，图 1-5（a）中有众多电阻器符号。R1、R2 和 R3 是 3 只电阻器。电路图中的电阻器符号通常不标出电阻器的功率，但是在一些电子管放大器电路图中的电阻器，会采用标出功率的电阻器符号，如图 1-5（b）所示。

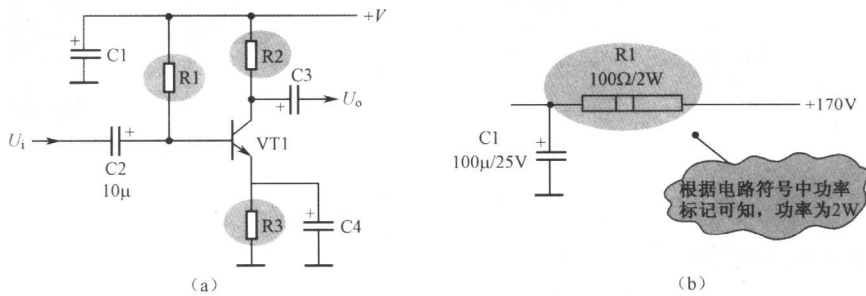


图 1-5 电路图

1.2.3 电阻器参数标注及识别方法

1. 主要参数说明

表 1-6 列出了电阻器主要参数说明。

表 1-6 电阻器主要参数说明

主要参数	说明
标称阻值	在使用中，我们关心的是电阻器的阻值有多大，这一阻值称为电阻器的标称阻值。例如，某电阻器的标称阻值是 9kΩ。 生产厂家为了使用的需要，生产了很多阻值的电阻器。为了方便生产和使用，国标规定了一系列阻值作为产品的标准，即标称阻值系列
允许偏差	电阻器生产过程中，出于生产成本的考虑和技术原因不可能制造出与标称阻值完全一致的电阻器，不可避免地存在着一些偏差。所以，规定了一个允许偏差参数。 不同电路中，由于对电路性能的要求不同，也就可以选择不同误差的电阻器，这是出于生产成本的考虑，误差大的电阻器成本低，这样整个电路的生产成本就低。 常用电阻器的允许偏差为 ±5%、±10%、±20%。精密电阻器的允许偏差要求更高，如 ±2%、±0.001% 等
额定功率	额定功率也是电阻器的一个常用参数。它是指在规定的压力下和特定的环境温度范围内，电阻器所允许承受的最大功率。电子电路中通常使用 1/16W 电阻器

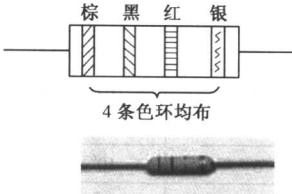
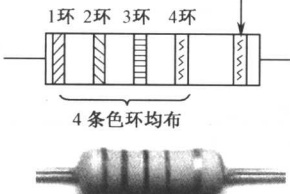
2. 电阻器色标法及标称值识别方法

电阻器的主要参数（标称阻值与允许偏差）要标注在电阻器上，以便在使用中识别。电阻器的参数主要有色标法和直标法两种，此外还有字母数字混标法。

电子电路中的电阻器主要采用色标法，因为所用电阻器的功率多为 1/8W、1/16W，体积

很小，只能采用色标法。表 1-7 所示是 4 环表示法和 5 环表示法说明。

表 1-7 4 环表示法和 5 环表示法说明

名 称	示 意 图	说 明
4 环表示法	第 1 色环 有效数 第 2 色环 有效数 第 3 色环 倍乘数 金或银为最后一环误差色环  4 条色环均布	从 4 条色环色标电阻器示意图中可以看出，这 4 条色环表示了不同的含义，第 1、2 条分别为第 1、2 位有效数色环（有效数为两位），第 3 条为倍乘色环，第 4 条为允许误差等级色环
5 环表示法	误差色环相距较远  1 环 2 环 3 环 4 环 4 条色环均布	从 5 条色环色标电阻器示意图中可以看出，第 1、2、3 条分别表示 3 位有效数（精密电阻器用 3 位有效数表示），第 4 条为倍乘色环，第 5 条为允许误差等级色环。 5 条色环色标电阻器多为精密电阻器

色标法中用色环的颜色表示 0~9。表 1-8 列出了 4 色环色标法中色码的具体含义说明（还适用于色标电容器等）。

表 1-8 4 色环色标法中色码的具体含义说明

色环颜色	第 1 色码（第 1 位有效数）	第 2 色码（第 2 位有效数）	第 3 色码（倍乘数）	第 4 色码（误差等级）
黑	0	0	$\times 10^0$	—
棕	1	1	$\times 10^1$	—
红	2	2	$\times 10^2$	—
橙	3	3	$\times 10^3$	—
黄	4	4	$\times 10^4$	—
绿	5	5	$\times 10^5$	—
蓝	6	6	$\times 10^6$	—
紫	7	7	$\times 10^7$	—
灰	8	8	$\times 10^8$	—
白	9	9	$\times 10^9$	—
金				$\pm 5\%$
银				$\pm 10\%$
本色				$\pm 20\%$

表 1-9 列出了 5 色环（精密）色标法中色码的具体含义说明。