

高职高专“十一五”规划示范教材

电子·元器件

汪明添 主编



北京航空航天大学出版社

高职高专通用教材

电子元器件

汪明添 主编

北京航空航天大学出版社

内 容 简 介

本书介绍的电子元器件主要包括:电阻器、电容器、电感元件、电接触器件、半导体器件、光电器件和霍尔元件、集成电路、显示器件、电声器件、压电器件、贴片元器件、电池等。每种元器件都介绍了它的外形、符号、命名方法、工作特性、主要应用、使用注意事项、好坏判断等。每章后面配有习题。书末配有6个基本技能训练。

本书可作为高职高专院校电子与信息类专业教材,也可作为相关领域工程技术人员的参考书。

图书在版编目(CIP)数据

电子元器件/汪明添主编. —北京:北京航空航天大学出版社,2008.7

ISBN 978-7-81124-357-4

I. 电… II. 汪… 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(2008)第 089468 号

© 2008,北京航空航天大学出版社,版权所有。

未经本书出版者书面许可,任何单位和个人不得以任何形式或手段复制本书内容。
侵权必究。

电子元器件

汪明添 主编

责任编辑 董立娟

*

北京航空航天大学出版社出版发行

北京市海淀区学院路37号(100191) 发行部电话:010-82317024 传真:010-82328026

<http://www.buaapress.com.cn> E-mail:bhpress@263.net

涿州市新华印刷有限公司印装 各地书店经销

*

开本:787 mm×960 mm 1/16 印张:17 字数:381 千字

2008年7月第1版 2008年7月第1次印刷 印数:5 000 册

ISBN 978-7-81124-357-4 定价:26.00 元

前言

本教材是高等职业教育电子信息类贯通制系列教材之一,根据教育部高职高专培养目标和对本课程的基本要求编写而成。

随着科学技术的飞速发展,电子技术不仅应用到航天等高科技领域,而且渗透到人们的日常生活中。学习掌握电子技术,已成为人们的迫切需求。学习电子技术首先应学习元器件知识。

元器件是组成电子电路的最小单元。任何行业应用的电器、高科技电子产品、复杂的电子电路,都是由多种元器件组合成的。学习元器件的相关知识是掌握电子技术的基础。

本书由具有多年教学经验和丰富实践技能的教师编写。在编写本书过程中,得到了贵州电子信息职业技术学院领导的大力支持。本书力求突出以下几个特点:

第一,保证内容基本够用。《电子元器件》是电子信息类专业入门的重要基础课程。书中基本覆盖所有常用的元器件,对于每种元器件,从内部结构开始,由浅入深地介绍它的外形、符号、命名方法、工作特性、主要应用、使用注意事项、好坏判断等。通过对本书的学习,学生可以很快地对所需元器件有全面的了解和掌握,并为学习后续课程和今后在专业中应用电子技术打好基础。

第二,注重实践。《电子元器件》是一门实践性很强的课程,本教材在阐述元器件结构和特性的同时,也简述了的元器件的检测和应用。在教材后面列出了6个技能训练,旨在提高学生对本课程理论知识的理解和应用,提高学生的实践动手能力和学习兴趣。技能训练的重点在于正确地操作和对现象的理解分析,从而加深对元器件应用的认识。

第三,通俗易懂。本书在内容的取舍上严格按高职教材“必需”“够用”的原则进行,使教材内容做到清楚、准确、简洁。在编写过程中,注意深入浅出,说理清楚,力求通俗易懂,可读性好。为此,编者在书中插入了大量的元器件实物图片,使得学习更直观、更形象、更生动、更容易理解和记忆。

本书介绍的电子元器件主要包括电阻器、电容器、电感元件、电接触器件、半导体器件、光

前 言

电器件和霍尔元件、集成电路、显示器件、电声器件、压电器件、贴片元器件、电池等。为帮助学生复习和掌握基本要求,每章后面给出了体现教学基本要求的习题。另外,在每章的前面列出了该章的主要知识内容,便于学生了解内容概况,以便进行系统学习。

本书由贵州电子信息职业技术学院汪明添主编,谢忠福、吴政江为副主编,陆忠梅、袁永红、吴文涛参与了本书的编写。汪明添撰写了前言,编写了第1、7、8章、第10章的第3节、技能训练及附录。谢忠福编写了第2、9章和第10章的第1、第2节。吴政江编写了第5章。陆忠梅编写了第3、4、6章。袁永红编写了第11章。吴文涛编写了第12章。成书过程中,还得到了王永奇、莫怀忠、罗文兴、罗森、杨妮、唐素霞等的关心和支持,在此一并感谢。

由于编者的水平有限,本书难免有欠妥之处,望广大读者批评指正。

编 者
2008年3月

目 录

第1章 电阻器

1.1 固定电阻器	1
1.1.1 电阻器的电路符号和主要性能参数	1
1.1.2 电阻器的型号及命名	3
1.1.3 电阻器的识别方法	3
1.1.4 常用固定电阻器及特点	5
1.1.5 固定电阻器的测量与代换	8
1.2 可变电阻器	9
1.2.1 常用电位器实物图、结构特点及应用	9
1.2.2 电位器的主要参数	10
1.2.3 电位器的结构和种类	11
1.2.4 电位器的检测	12
1.3 敏感电阻器	12
1.3.1 热敏电阻器	13
1.3.2 压敏电阻器	14
1.3.3 熔断电阻器	14
1.3.4 其他敏感电阻器	16
习题1	17

第2章 电容器

2.1 电容器概述	18
2.1.1 电容器的电路符号、单位和型号命名	18
2.1.2 电容器的常用参数	20
2.2 电容器的分类	23
2.2.1 纸介电容器和金属化纸介电容器	23
2.2.2 云母电容器	24
2.2.3 瓷介电容器	24

目 录

2.2.4	玻璃釉电容器	25
2.2.5	有机薄膜电容器	25
2.2.6	电解电容器	26
2.2.7	可调电容器	28
2.3	电容器的应用	31
2.3.1	无极性电容器的应用	31
2.3.2	电解电容器的应用	32
2.4	电容器的检测与选用	33
2.4.1	无极性电容器的检测与选用	33
2.4.2	电解电容器的检测与选用	34
2.4.3	可调电容器的检测与选用	36
	习题 2	36

第 3 章 电感器和变压器

3.1	电感器	37
3.1.1	电感器的结构	37
3.1.2	电感器的主要特性、参数及标识方法	38
3.1.3	电感器的种类及应用	40
3.1.4	电感器的故障、检测与选用	43
3.2	变压器	45
3.2.1	变压器的结构、种类及主要参数	45
3.2.2	变压器的型号命名方法、常用变压器特点及检测	48
	习题 3	52

第 4 章 电接触器件

4.1	开 关	53
4.1.1	开关的基本知识	53
4.1.2	各种开关	56
4.2	接插件	60
4.2.1	接插件基础知识	60
4.2.2	常用接插件介绍	61
4.3	继电器	64
4.3.1	继电器的基础知识	64
4.3.2	电磁继电器	64
4.3.3	固态继电器	66
4.3.4	其他继电器	69

习题 4	70
第 5 章 电声器件	
5.1 传声器	71
5.1.1 传声器的种类及电路符号	71
5.1.2 传声器的常用参数	72
5.1.3 常见的传声器及其应用	74
5.1.4 使用传声器的注意事项	85
5.1.5 传声器的故障检修	86
5.2 电声转换器	89
5.2.1 扬声器	89
5.2.2 耳 机	99
5.3 磁 头	102
5.3.1 磁头的种类	102
5.3.2 磁头的结构和图形符号	103
5.3.3 磁头的工作原理	105
5.3.4 磁头的主要参数及应用注意事项	106
习题 5	108
第 6 章 压电器件	
6.1 压电效应	110
6.1.1 压电效应分类	110
6.1.2 压电材料的基础知识	111
6.2 几种常用的压电器件	111
6.2.1 石英晶体元件	111
6.2.2 压电陶瓷	115
6.2.3 声表面波滤波器	116
6.3 压电材料在传感器应用	118
习题 6	119
第 7 章 半导体器件	
7.1 二极管	120
7.1.1 半导体和 PN 结	120
7.1.2 二极管结构、分类、特性和参数	121
7.1.3 常用二极管	123
7.1.4 二极管主要应用	127
7.1.5 二极管的检测	128

目 录

7.2	晶体三极管	130
7.2.1	晶体三极管的结构和分类	130
7.2.2	晶体三极管的特性曲线	131
7.2.3	晶体三极管的主要参数及选用方法	133
7.2.4	晶体三极管的检测	134
7.2.5	达林顿三极管	136
7.3	场效应管	136
7.3.1	场效应管的结构和工作原理	137
7.3.2	场效应管的参数和使用特点	141
7.3.3	场效应管的检测	142
7.4	晶闸管	143
7.4.1	单向晶闸管的结构、特性和工作原理	143
7.4.2	单向晶闸管的主要参数	145
7.4.3	单向晶闸管的检测	146
7.4.4	双向晶闸管的结构、特性和工作原理	147
7.4.5	双向晶闸管的检测	148
7.4.6	晶闸管的应用	149
7.4.7	晶闸管的保护	149
7.5	单结晶体管	151
7.5.1	单结晶体管的结构、符号和型号	151
7.5.2	单结晶体管的工作原理、特性曲线和参数	152
7.5.3	单结晶体管的检测	153
7.5.4	单结晶体管的应用	154
	习题 7	156
第 8 章 光电器件和霍尔元件		
8.1	光电二极管	157
8.1.1	光电二极管结构、特性曲线和参数	157
8.1.2	光电二极管的应用	158
8.2	光电三极管	160
8.2.1	光电三极管结构、特性曲线和参数	160
8.2.2	光电三极管的应用	161
8.3	光敏电阻	162
8.3.1	光敏电阻的常识	162
8.3.2	光敏电阻的应用	163

8.4 光电池	164
8.4.1 光电池的结构和符号	164
8.4.2 光电池的参数	164
8.4.3 光电池的应用	165
8.5 光控晶闸管	165
8.5.1 光控晶闸管的结构和符号	165
8.5.2 光控晶闸管的工作原理和特性曲线	166
8.5.3 光控晶闸管的应用及注意事项	167
8.6 光电耦合器	168
8.6.1 光电耦合器的结构和符号	168
8.6.2 光电耦合器的主要参数和好坏判别	169
8.6.3 光电耦合器的应用	170
8.7 霍尔元件	171
8.7.1 霍尔元件的结构、符号和型号	171
8.7.2 霍尔元件的工作原理和工作条件	173
8.7.3 霍尔元件的主要参数	174
8.7.4 霍尔元件的应用	174
8.8 霍尔开关	175
8.8.1 霍尔开关的结构和外形	175
8.8.2 霍尔开关的工作原理和参数	176
8.8.3 霍尔开关的应用	177
习题 8	179
第 9 章 贴片元器件	
9.1 贴片元器件的特点	180
9.2 贴片元器件的种类	181
9.2.1 贴片电阻器	182
9.2.2 贴片电容器	184
9.2.3 贴片矩形电感器	185
9.2.4 贴片晶体管	186
9.2.5 贴片集成电路	187
9.3 贴片元器件的使用	188
9.3.1 表面安装技术	188
9.3.2 贴片元器件的手工焊接	190
习题 9	191

目 录

第 10 章 集成电路

10.1 集成电路种类、型号和使用	192
10.1.1 集成电路的特点、分类及封装形式	192
10.1.2 集成电路的型号命名及使用	194
10.2 数字集成电路	199
10.2.1 数字集成电路的定义、功能和主要参数	200
10.2.2 TTL 与 CMOS 数字集成电路	202
10.2.3 数字集成电路使用注意事项	202
10.3 模拟集成电路	204
10.3.1 集成运算放大器	204
10.3.2 常见的集成运算放大器及其典型应用电路	205
10.3.3 集成稳压器	207
习题 10	210

第 11 章 显示器件

11.1 小型显示器件	211
11.1.1 发光二极管	211
11.1.2 荧光显示器	212
11.1.3 氖灯显示器	214
11.1.4 七段数码管	214
11.2 CRT 显示器件	216
11.2.1 彩色显像管	217
11.2.2 示波管	220
11.3 平板显示器	223
11.3.1 等离子体显示器	223
11.3.2 矩阵式液晶显示板	226
11.3.3 矩阵式 LED 显示板	228
习题 11	229

第 12 章 电 池

12.1 概 述	230
12.2 干电池	231
12.2.1 干电池的型号命名和标识	231
12.2.2 干电池的使用	231
12.3 充电电池	232
12.3.1 镍镉电池	232

12.3.2 镍氢电池·····	232
12.3.3 锂电池·····	233
12.4 小型密封式免维护铅蓄电池·····	235
12.4.1 小型密封式免维护铅蓄电池的结构·····	235
12.4.2 小型密封式免维护铅蓄电池的使用·····	235
12.5 新型电池简介·····	236
12.5.1 太阳能电池·····	236
12.5.2 氢燃料电池·····	237
习题 12 ·····	238
附录 A 国产敏感电阻器的型号命名方法·····	239
附录 B 部分半导体分离元件·····	240
附录 C 9000 系列塑封高频硅管的主要参数·····	243
附录 D 部分国外常用硅整流二极管的主要参数·····	244
技能训练一 电阻器、电容器的识别及万用表的使用·····	245
技能训练二 二极管的识别、检测及基本应用电路的测试·····	248
技能训练三 三极管的识别与检测·····	251
技能训练四 场效应管、晶闸管和单结晶体管的检测·····	253
技能训练五 电磁继电器的检测·····	255
技能训练六 发光二极管及数码管的检测·····	257
参考文献·····	259

第 1 章

电阻器

各种导电材料对通过的电流总呈现一定的阻碍作用,并将电流的能量转换成热能,这种阻碍作用称为电阻。具有电阻性能的实体元件称为电阻器。加在电阻器两端的电压 U 与通过电阻器的电流 I 之比,称为该电阻器的电阻值 R ,单位为欧姆(Ω)。

电阻器一般分为固定电阻器、可变电阻器和敏感电阻器 3 大类。

本章主要介绍了固定电阻器的电路符号、参数、型号及命名、识别方法、特点及测量与代换;可变电阻器的结构特点、主要参数和检测;常用敏感电阻器的特点和应用。

1.1 固定电阻器

1.1.1 电阻器的电路符号和主要性能参数

1. 电阻器的电路符号和单位

阻值固定、不能调节的电阻器称为固定电阻器,其电路符号如图 1.1.1 所示。在电路中,大部分电阻器的功率较小,除个别额定功率要求较高以外,电路图中一般不标出电阻器的额定功率。

电阻器单位有 Ω 、 $k\Omega$ 、 $M\Omega$ 、 $G\Omega$ 、 $T\Omega$ 等,它们的关系如下:

$1\ T\Omega=1000\ G\Omega$; $1\ G\Omega=1000\ M\Omega$; $1\ M\Omega=1000\ k\Omega$; $1\ k\Omega=1000\ \Omega$ 。

2. 电阻器的主要性能指标

1) 标称阻值

为了便于工业上大量生产和使用者在一定范围内选用,国家规定了一系列值作为电阻器的阻值标准,即标称阻值系列。

第1章 电阻器

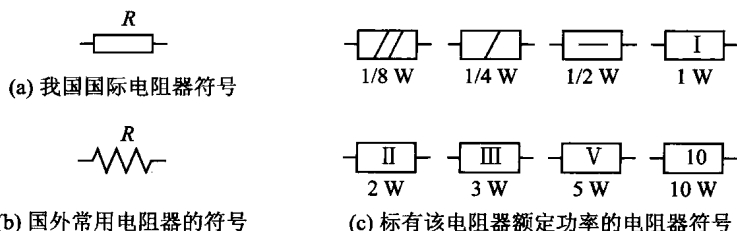


图 1.1.1 固定电阻器的电路符号

我国电阻器的标称阻值有 E6、E12、E24、E48、E96、E192 系列,其中,E6、E12、E24 比较常用,如表 1.1.1 所列。标称值不连续分布,若将表中各数乘 10^n ,可得到不同阻值的电阻器,如 1.1×10^3 为 $1.1 \text{ k}\Omega$ 电阻器。

2) 允许误差

允许误差是指电阻器的标称阻值与实际阻值之差。在电阻器的生产过程中,由于技术原因实际阻值与标称阻值之间难免存在偏差,因而规定了一个允许误差参数,也称为精度。

$$\text{电阻器的允许误差} = \frac{\text{电阻器的实际阻值} - \text{电阻器标称阻值}}{\text{电阻器标称阻值}} \times 100\%$$

常用电阻器的允许误差分别为 $\pm 5\%$ 、 $\pm 10\%$ 、 $\pm 20\%$,对应的精度等级分别为 I、II、III 级。

表 1.1.1 电阻器标称阻值参数表

系 列	允许误差	标称值												精度等级
E24	$\pm 5\%$	1.0	1.1	1.2	1.3	1.5	1.6	1.8	2.0	2.2	2.4	2.7	3.0	I
		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	$\pm 10\%$	1.0	1.2	1.5	1.8	2.2	2.7	3.3	3.9	4.7	5.6	6.8	8.2	II
E6	$\pm 20\%$	1.0	1.5	2.2	3.3	4.7	6.8							III

3) 额定功率 P

额定功率是指在一定条件下,电阻器能长期连续负荷而不改变其性能的允许功率。额定功率的大小也称瓦(W)数的大小,如 $1/2 \text{ W}$ 、 1 W 、 2 W 等,一般用数字印在电阻器的表面上,如图 1.1.1(c)所示。如果无此标识,则可由电阻器的体积大致判断其额定功率的大小,如 $1/8 \text{ W}$ 电阻器的外形长为 8 mm 、直径为 2.5 mm ; $1/4 \text{ W}$ 电阻器的外形长为 12 mm 、直径为 2.5 mm 。

此外电阻器的参数还有最高工作温度、极限工作电压、稳定性、噪声电动势、绝缘电阻、绝缘耐压、高频特性和机械强度等。

1.1.2 电阻器的型号及命名

根据国家标准(GB2470—81)规定,国产电阻器的型号由4个部分组成,如表1.1.2所列。

表 1.1.2 电阻器型号命名方法

第一部分:主称		第二部分:电阻器材料		第三部分:产品分类		第四部分:序列号
字母	含义	字母	含义	符号	产品类型	用数字表示
R	电阻器	T	碳膜	1	普通	
W	电位器	H	合成碳膜	2	普通	
		I	玻璃釉膜	3	超高频	
		J	金属膜	4	高阻	
		N	无机实芯	5	高温	
		S	有机实芯	6	—	
		X	绕线	7	精密	
		Y	氧化膜	8	高压	
		C	沉积膜	9	特殊	
				G	高功率	
				T	可调	
				W	微调	
				D	多圈可调	

例如,RJ-71为精密金属膜电阻器,RXT-2为可调绕线电阻器,RT-2为普通碳膜固定电阻器。

1.1.3 电阻器的识别方法

电阻器的主要参数(标称阻值和允许误差)可标在电阻器上,以供识别。固定电阻器的常用标志方法有以下3种。

(1) 直接标志法

直接标志法是指将电阻器的主要参数和技术性能指标直接印制在电阻器表面上,它适用于体积较大(大功率)的电阻器。使用时,可以从电阻器表面直接读出它的电阻值及允许误差,如图1.1.2所示。

第1章 电阻器

(2) 文字符号法

文字符号法是指用字母和数字符号的有规律组合来表示标称电阻值。允许误差也用文字符号表示。其规律是:符号位(Ω 、K、M、G、T)表示电阻值的数量级别,如标识为 5K7 中的 K 表示电阻值的单位为 $k\Omega$,符号前面的数字表示电阻值整数部分的大小,符号后面的数字表示小数点后面的数值,即该电阻器的阻值为 $5.7 k\Omega$ 。

例: $\Omega 33 \rightarrow 0.33 \Omega$ $3\Omega 3 \rightarrow 3.3 \Omega$ $33\Omega \rightarrow 33 \Omega$ $330\Omega \rightarrow 330 \Omega$
 $3K3 \rightarrow 3.3 k\Omega$ $33K \rightarrow 33 k\Omega$ $3M3 \rightarrow 3.3 M\Omega$ $33M \rightarrow 33 M\Omega$
 $3G3 \rightarrow 3300 M\Omega$ $33G \rightarrow 33000 M\Omega$ $3T3 \rightarrow 3.3 \times 10^6 M\Omega$

文字符号标志法一般在大功率电阻器上应用较多,具有识读方便、直观的特点。

(3) 色环标志法

1) 四色环电阻器

普通电阻器大多为四色环电阻器,其最靠近电阻器一端的第一条色环的颜色表示第一位有效数字;第二条色环的颜色表示第二位有效数字;第三条色环的颜色表示倍乘率;第四条色环的颜色表示允许误差。

2) 五色环电阻器

精密电阻器大多为五色环电阻器。其中第一、第二、第三条色环代表表示第一、第二、第三位有效数字,第四条表示倍乘率,第五条表示允许误差,如图 1.1.3 所示。

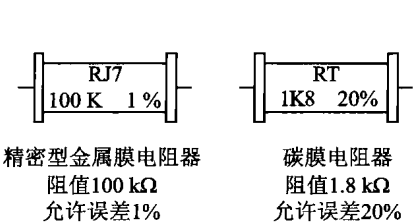


图 1.1.2 直接标志示意图

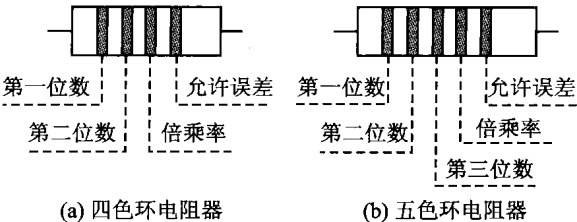


图 1.1.3 色环标志示意图

在识读时,一定要看清最靠近电阻器一端的第一条色环,否则会引起误读。四色环电阻器色标符号规定如表 1.1.3 所列。

表 1.1.3 电阻器色标符号规定

颜色	第一色环	第二色环	第三色环(倍乘)	第四色环(允许误差)
黑	0	0	$\times 10^0$	—
棕	1	1	$\times 10^1$	$\pm 1\%$
红	2	2	$\times 10^2$	$\pm 2\%$
橙	3	3	$\times 10^3$	—

续表 1.1.3

颜色	第一色环	第二色环	第三色环(倍乘)	第四色环(允许误差)
黄	4	4	$\times 10^4$	—
绿	5	5	$\times 10^5$	$\pm 0.5\%$
蓝	6	6	$\times 10^6$	$\pm 0.2\%$
紫	7	7	$\times 10^7$	$\pm 0.1\%$
灰	8	8	$\times 10^8$	—
白	9	9	$\times 10^9$	20%~50%
金	—	—	$\times 10^{-1}$	$\pm 5\%$
银	—	—	$\times 10^{-2}$	$\pm 10\%$
本色(或称无色)	—	—	—	$\pm 20\%$

例:红紫橙金 $27 \times 10^3 (1 \pm 5\%) \Omega = 27 (1 \pm 5\%) \text{ k}\Omega$

棕黑红银 $10 \times 10^2 (1 \pm 10\%) \Omega = 1 (1 \pm 10\%) \text{ k}\Omega$

1.1.4 常用固定电阻器及特点

固定电阻器可根据制作材料和工艺的不同,分为碳膜、金属膜和绕线式等不同类型。

(1) 碳膜电阻器(RT)

碳膜电阻器是在磁棒或瓷管上按一定的要求先涂一层碳质电阻膜,然后在两端装上帽盖,焊上引线,并在表面加涂保护漆,最后印上技术参数,其实物图如图 1.1.4 所示。

其制造过程如下:① 先将碳研磨成粉末微粒。② 将磁棒或玻璃棒打磨成圆柱体和长方体,制成电阻体的基体,如图 1.1.5(a)所示。③ 用磨压工艺制造电阻器的金属帽头,并焊接金属引脚,如图 1.1.5(b)所示。④ 组装碳膜电阻器坯,在帽头上涂强力胶,然后紧密地套在磁棒两端,如图 1.1.5(c)所示。⑤ 采用喷涂或沉积方法,使碳的微粒均匀地附在绝缘棒和金属帽上,再经热处理形成不脱落的碳膜层,制成电阻器的坯体,如图 1.1.5(d)所示。⑥ 在坯体表面喷涂保护漆,并印上各种标志就成为成品,如图 1.1.5(e)所示。这种电阻体的导电材料是碳膜层,故称为碳膜电阻器。



图 1.1.4 碳膜电阻器实物图

碳膜电阻器稳定性好,电压的改变对阻值影响很小,其阻值范围大,可以制作成几欧姆的低阻值电阻器,也可以制作成几十兆欧姆的高阻值电阻器。而且碳膜电阻器制作成本低,价格便宜,因此是目前使用得最多的一种电阻器,常在要求不高的收音机、录音机中得到广泛使用。