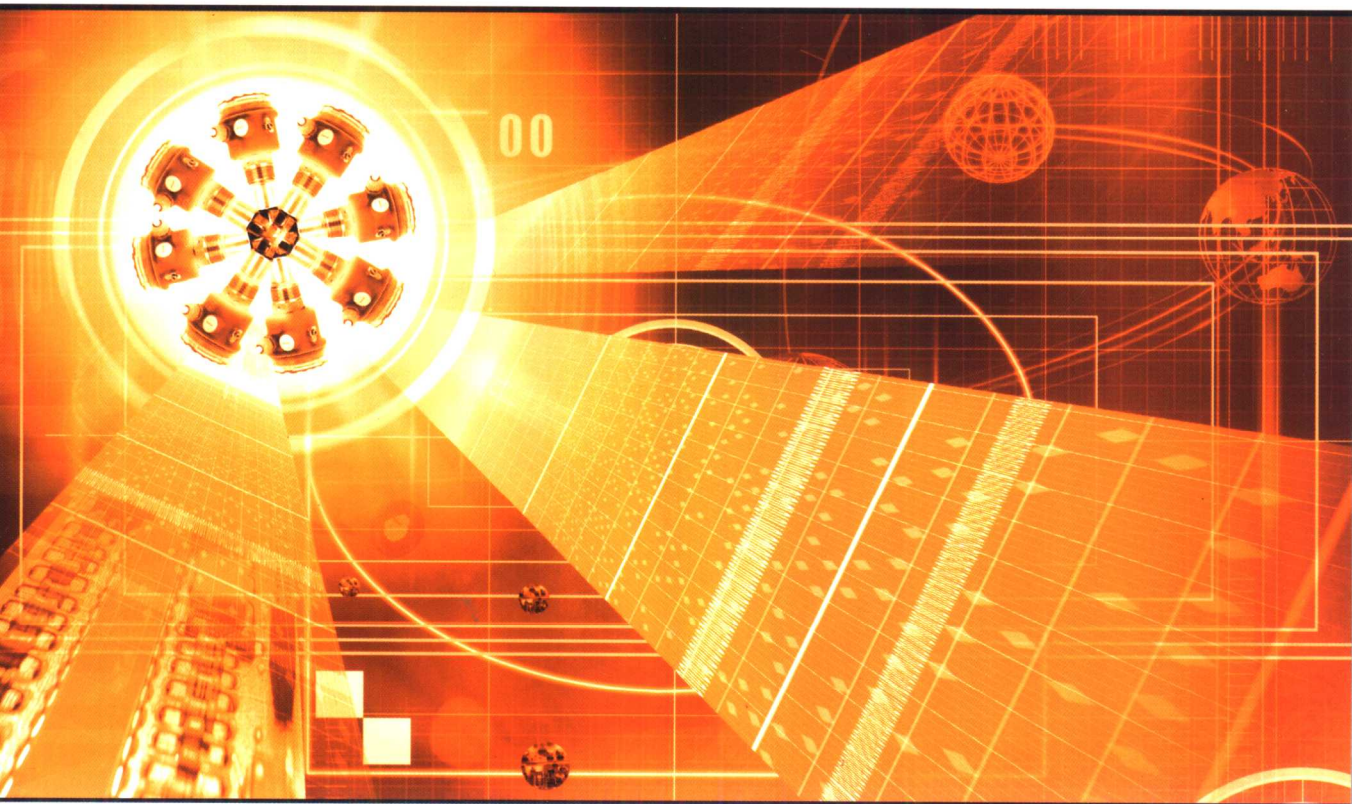


电工电子元器件基础



王国玉 余铁梅 主编

图书在版编目 (CIP) 数据

电工电子元件基础 / 王国玉, 余铁梅主编. —北京: 人民邮电出版社, 2006.10

(世纪英才模块式技能实训·中职系列教材)

ISBN 7-115-15130-X

I. 电... II. ①王...②余... III. ①电子元件—专业学校—教材②电子器件—专业学校—教材 IV. TN6

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2006) 第 092406 号

内 容 提 要

本书是一本关于电工电子技术基础的入门教材。书中较全面地介绍了电工电子元件的基本理论知识, 内容包括电阻器、电容器、电感元件、开关和接插件、晶体二极管、晶体三极管、场效应管、晶闸管、电声元件、光电器件、半导体集成电路、显示器件、编程器、防雷元件、接地元件、灯具知识、电度表和绝缘材料等, 特别是将电工与电子技术中经常用到的电阻器、电容器、电感元件、开关与接插件和半导体器件融合在一起讲授, 更有利于学生学习。

本书适合中等职业学校和技工学校电类相关专业作为基础课教材, 也很适合作为电子专业生产和维修人员的培训和自学用书。

世纪英才模块式技能实训·中职系列教材

电工电子元件基础

◆ 主 编 王国玉 余铁梅

责任编辑 张 鹏

执行编辑 张 海

◆ 人民邮电出版社出版发行 北京市崇文区夕照寺街 14 号

邮编 100061 电子函件 315@ptpress.com.cn

网址 <http://www.ptpress.com.cn>

北京鸿佳印刷厂印刷

新华书店总店北京发行所经销

◆ 开本: 787×1092 1/16

印张: 10.25

字数: 245 千字

2006 年 10 月第 1 版

印数: 1—5 000 册

2006 年 10 月北京第 1 次印刷

ISBN 7-115-15130-X/TN · 2831

定价: 16.00 元

读者服务热线: (010) 67129264 印装质量热线: (010) 67129223

世纪英才模块式技能实训·中职系列教材

编 委 会

(电工电子类专业)

主 任：王国玉 杨承毅

编 委：江华圣 程立群 李世英 柳其春
王奎英 易法刚 李中显 陈子聪
张自蕴 王诗平 钟建华 刘起义
余铁梅

策 划：丁金炎 刘玲莉

丛书前言

《国务院关于大力发展职业教育的决定》指出“职业院校要根据市场和社会需要，不断更新教学内容，合理调整专业结构，大力发展新兴产业和现代服务业的专业，大力推进精品专业、精品课程和教材建设”，这不仅给职业院校的办学，同时也为我们开发职业教育教材指明了前进的方向。

对职业教育而言，满足国民经济发展的需要才是职业教育真正的主题。职业教育活动围绕着专业技能的需要而展开，不仅是就业市场的需求，也是职业院校办学理念上的回归。职业院校“以就业为导向”的办学方针，意味着职业教育办学必须树立向市场靠拢的职教理念，探索与之相对应的职教模式。

本系列教材是我们借鉴加拿大 CBE (Competency-Based Education) 教学思想的一次实践，也是借 DACUM 方法来开发教学计划的具体探索。系列教材包括专业基本理论、专业群技术基本功和专业技能实训 3 个类别。新编教材忠实贯彻了“以就业为导向”的指导思想，克服了“过多强调学科性”及“盲目攀高升格”的倾向，重视知识、技能传授的宏观设计及整体效果，改变了中职教材在原学科体系基础上加加减减的编写方法。

与当今市面上的同类教材相比，本系列教材的主要特点有：

- (1) 教材结构“模块化”。一个模块一个知识点，重点突出，主题鲜明。
- (2) 教材内容“弹性化”。适应“生源”水平的差异和订单式职业教育的不同需求。
- (3) 教学内容“本体化”。教材内容不刻意向其他学科扩展，追求系列教材的组合效应。
- (4) 合理控制教学成本。如今，不计教学成本的时代已经离去，针对中职教育投资不足的现状，本系列教材要求作者对每一个技能实训的成本做出估算，以控制教学成本。
- (5) 针对目前中职学生的认知特点，本系列教材强调图文并茂、直观明了、便于自学，充分体现“以学生为本”的教学思想。

综上所述，本系列教材是符合当今中等职业教育发展方向的一个有潜在价值的教学模式。本系列教材的作者都是长期担任相关课程教学工作的有工程背景的教师，他们不仅具备扎实的理论功底，还在职业技能方面积累了丰富的经验。正是由于本系列教材的作者们具备了这些条件，才有了本系列教材的高质量出版。

总之，本系列教材的出版价值不仅在于它贯彻了国家教育部对于中等职业教育的改革思想，而且与当前就业单位“招聘的人能立即上岗”的要求合拍，并为学生毕业后在电工电子类专业间转岗奠定了最基本的知识和技能基础。同时其新（新思想、新技术、新面貌）、实（贴近实际、体现应用）、简（文字简洁、风格明快）的编写风格令人耳目一新。

如果您对这个系列的教材有什么意见和建议，或者您也愿意参与到这个系列教材中其他专业课教材的编写，可以发邮件至 wuhan@ptpress.com.cn 与我们联系，也可以进入本系列教材的服务网站 www.ycbook.com.cn 留言。

编委会

前 言

“电工电子元件基础”是电类专业电工电子技术的基础课程。在新的职业教育的形势下，本书力图坚持“以学生为本位，以职业技能为本位”的理念去剖析、阐释电工电子元件的基本理论。

电工电子元件基础是一门涉及面较广的技术。本教材在编写体系、教材内容及表达方法等方面都作出了一些大胆的尝试，“无障碍读书”和“学以致用”是我们编写本教材的两个基本出发点。书中以大量的图形、表格来展示知识要点，体现了结构模块化、技能系统化、内容弹性化和版面图表化的特点。

本书注重理论知识的讲解，它与本系列教材中实践性强的《电子元器件的识别与检测》形成互补关系，可称之为“姊妹篇”。

本书由河南信息工程学校的王国玉和武钢中等职业技术学校的余铁梅主编，由武汉铁路职业技术学院的杨承毅主审。参编老师的分工如下：鹤壁市工贸学校的全桂梅编写知识模块一、二；王国玉编写知识模块三、十二；禹州市职业中专的刘海峰编写知识模块四；郑州市电子信息学校的金杰编写知识模块五、六、七和八；余铁梅编写知识模块九、十、十四、十八；武钢中等职业技术学校的徐汉洁编写知识模块十一；河南信息工程学校的贾海潮编写知识模块十三；武汉工程职业技术学院的江华圣编写了知识模块十五、十六、十七。本书由王国玉统稿。

另附教学建议学时表如下所示，在实施中任课教师可根据具体的情况适当调整。

序 号	内 容	学时	序 号	内 容	学时
知识模块一	电阻器	4	知识模块十	光电器件	2
知识模块二	电容器	4	知识模块十一	半导体集成电路	8
知识模块三	电感元件	16	知识模块十二	显示器件	8
知识模块四	开关和接插件	6	知识模块十三	编程器	8
知识模块五	晶体二极管	2	知识模块十四	防雷元件	2
知识模块六	晶体三极管	4	知识模块十五	接地元件	2
知识模块七	场效应管	2	知识模块十六	灯具知识	4
知识模块八	晶闸管	2	知识模块十七	电度表	2
知识模块九	电声元件	2	知识模块十八	绝缘材料	2
总计学时		80			

由于作者水平有限，书中难免存在错误和不妥之处，恳请读者批评指正。

编 者

目 录

知识模块一 电阻器	1
第一部分 教学组织	1
一、目的要求	1
二、工具器材	1
三、教学节奏与方式	1
第二部分 教学内容	1
一、电阻器	1
二、电阻器的分类	5
三、电阻器的主要特性参数	6
四、电阻器的应用	7
五、电位器	8
第三部分 边学边议	11
知识模块二 电容器	12
第一部分 教学组织	12
一、目的要求	12
二、工具器材	12
三、教学节奏与方式	12
第二部分 教学内容	12
一、电容器	12
二、电容器的类型	16
三、电容器的主要参数	17
四、电力电容器	18
五、分布电容	19
第三部分 边学边议	20
知识模块三 电感元件	21
第一部分 教学组织	21
一、目的要求	21
二、工具器材	21
三、教学节奏与方式	21
第二部 教学内容	22
一、电感元件的基本知识和实物图	22
二、电感元件的分类	28
三、电感元件的主要参数	29

四、电感元件在电工和电子方面的应用	30
五、分布电感	33
第三部分 教师演示	34
一、自感现象的演示	34
二、互感现象的演示	35
第四部分 边学边议	35
知识模块四 开关和接插件	36
第一部分 教学组织	36
一、目的要求	36
二、工具器材	36
三、教学节奏与方式	36
第二部分 教学内容	37
一、开关	37
二、接插件	42
第三部分 边学边议	46
知识模块五 晶体二极管	47
第一部分 教学组织	47
一、目的要求	47
二、工具器材	47
三、教学节奏与方式	47
第二部分 教学内容	48
一、晶体二极管的实物照片和电路符号	48
二、晶体二极管的主要参数	50
三、晶体二极管典型应用	51
第三部分 教师演示	52
一、观察桥式整流电路的整流作用	52
二、观察光电二极管的光敏作用	53
第四部分 边学边议	53
知识模块六 晶体三极管	54
第一部分 教学组织	54
一、目的要求	54
二、工具器材	54
三、教学节奏与方式	54
第二部分 教学内容	55
一、晶体三极管的实物照片和电路符号	55
二、晶体三极管的主要参数	56
三、晶体三极管典型应用	58

第三部分 教师演示	59
一、观察三极管的放大作用	59
二、观察三极管的开关作用	59
第四部分 边学边议	59
知识模块七 场效应管	60
第一部分 教学组织	60
一、目的要求	60
二、工具器材	60
三、教学节奏与方式	60
第二部分 教学内容	61
一、场效应管的实物照片和电路符号	61
二、场效应管的主要参数	61
三、场效应管典型应用	63
四、MOS 场效应管（简称 MOS 管）的应用特点	63
第三部分 教师演示	64
低频跨导的测量	64
第四部分 边学边议	64
知识模块八 晶闸管	65
第一部分 教学组织	65
一、目的要求	65
二、工具器材	65
三、教学节奏与方式	65
第二部分 教学内容	66
一、晶闸管的实物照片和电路符号	66
二、晶闸管的主要参数	67
三、晶闸管的典型应用	68
第三部分 教师演示	69
单向晶闸管的导电特点	69
第四部分 边学边议	69
知识模块九 电声元件	70
第一部分 教学组织	70
一、目的要求	70
二、教学节奏与方式	70
第二部分 教学内容	70
一、传声器	70
二、扬声器	73
第三部分 教师演示	75

第四部分 边学边议	75
知识模块十 光电器件	76
第一部分 教学组织	76
一、目的要求	76
二、教学节奏与方式	76
第二部分 教学内容	76
一、光电器件的特点	76
二、光电器件的分类	76
三、各元器件的主要参数	80
四、光电器件的应用	81
第三部分 教师演示	82
第四部分 边学边议	82
知识模块十一 半导体集成电路	83
第一部分 教学组织	83
一、目的要求	83
二、教学节奏与方式	83
第二部分 教学内容	83
一、半导体集成电路基本知识	83
二、集成功率放大器件及应用	85
三、555 集成电路的应用	86
第三部分 教师演示	88
第四部分 边学边议	89
知识模块十二 显示器件	90
第一部分 教学组织	90
一、目的要求	90
二、教学节奏与方式	90
第二部分 教学内容	90
一、发光管器件	91
二、数码显示器件 (LED)	92
三、液晶显示器件 (LCD)	97
四、液晶显示模块 (LCM)	99
五、显示器件的应用	100
第三部分 教师演示	102
一、发光器件 (LED) 的演示	102
二、拆数码显示器件 (LCD) 的演示	102
第四部分 边学边议	103

※知识模块十三 编程器	104
第一部分 教学组织	104
一、目的要求	104
二、工具器材	104
三、教学节奏与方式	104
第二部分 教学内容	105
一、编程器的基本知识	105
二、编程器的特性描述（或规格与参数）	105
三、常见编程器系列及特性	106
四、编程器的应用	107
第三部分 教师演示	110
第四部分 边学边议	110
知识模块十四 防雷元件	111
第一部分 教学组织	111
一、目的要求	111
二、教学节奏与方式	111
第二部分 教学内容	111
一、雷电的危害	111
二、防雷元件简介	112
三、应用	113
第三部分 教师演示	116
一、部分防雷器件以及防雷元件的工作原理	116
二、指导学生认识防雷元件以及其应用的场合	118
第四部分 边学边议	120
知识模块十五 接地元件	121
第一部分 教学组织	121
一、目的要求	121
二、教学节奏与方式	121
第二部分 教学内容	121
一、电气事故	121
二、电气接地技术	122
三、接地装置的组成	124
四、接地装置的安装	125
五、接地电阻达不到要求时的技术措施	128
第三部分 教师演示	128
第四部分 边学边议	129

知识模块十六 灯具知识	131
第一部分 教学组织	131
一、目的要求	131
二、教学节奏与方式	131
第二部分 教学内容	131
一、常用电光源	131
二、常用照明灯具的种类和特性	137
三、照明形式的选用	137
四、常用照明灯具的接线原理图	138
第三部分 教师演示	139
一、目前市场上已有的不同规格的节能灯	140
二、常见照明灯具	141
第四部分 边学边议	141
知识模块十七 电度表	142
第一部分 教学组织	142
一、目的要求	142
二、教学节奏与方式	142
第二部分 教学内容	142
一、电能表基本知识	142
二、感应系单相电能表	143
三、常用电度表的识别及特性	146
第三部分 教师演示	148
演示单相电能表的正确接线	148
第四部分 边学边议	148
知识模块十八 绝缘材料	150
第一部分 教学组织	150
一、目的要求	150
二、教学节奏与方式	150
第二部分 教学内容	150
一、绝缘材料的基本知识	150
二、绝缘材料的分类及特性	150
第三部分 教师演示	151
第四部分 边学边议	152

知识模块一

电 阻 器

电阻器在电路中起分压、分流、隔离、限流和降压等作用，它的种类繁多，本章介绍几种常见的电阻器，并采用大量的实物图和一定数量的数据表格突出常见电阻的结构特点及典型应用。

第一部分 教学组织

一、目的要求

- ① 掌握电阻器、电位器的作用及符号。
- ② 熟悉常用电阻器、电位器的种类和应用场合。
- ③ 了解电阻器的常用参数。

二、工具器材

工 具	器 材	数 量	估 价	项 目
集体工具	常见各种类型电阻器、电位器集合，串联型稳压电源电路	各类电阻若干		

三、教学节奏与方式

项 目		时 间 安 排	教学方式（参考）
1	课前准备	课余	预习教材
2	教师讲授	2 课时	重点示范各类常见电阻器、电位器
3	学生实作	2 课时	熟悉各类电阻器外形，了解其结构、特点

第二部分 教学内容

一、电阻器

电阻器是组成电路的基本元件之一，在各种电子产品和电力设备中被广泛应用。

1. 电阻和电阻器

导体对电流的阻碍作用叫电阻。电阻值用字母 R 表示，单位为欧[姆]，符号为 Ω 。常用的电阻单位还有千欧 ($k\Omega$)、兆欧 ($M\Omega$)，它们之间的关系是：

$$1M\Omega=10^3k\Omega=10^6\Omega$$

2. 电阻器的电路图形符号

电阻器的电路图形符号如图 1-1 所示。

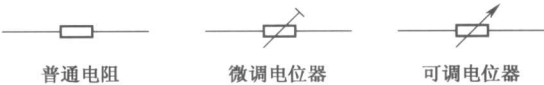
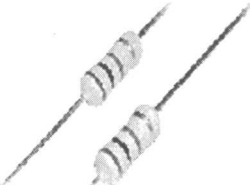
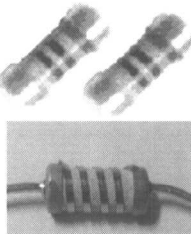
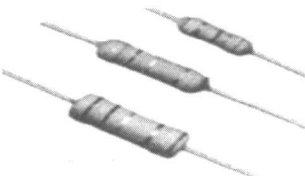


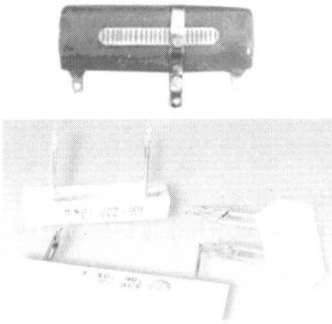
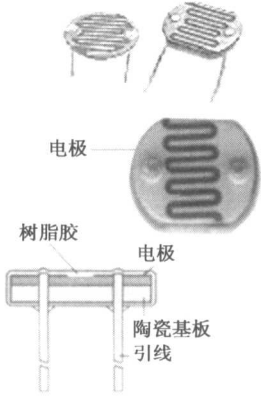
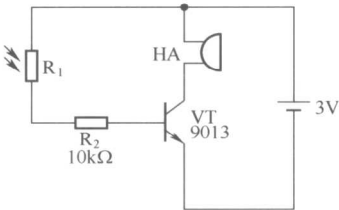
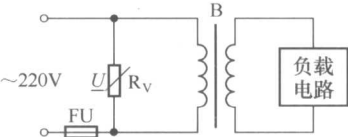
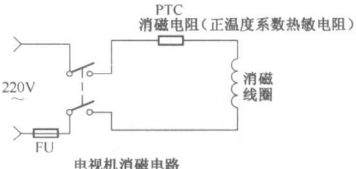
图 1-1 电阻器的符号

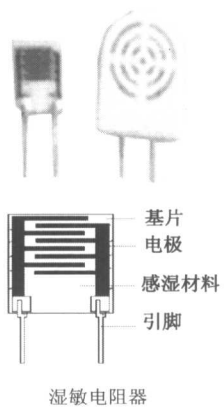
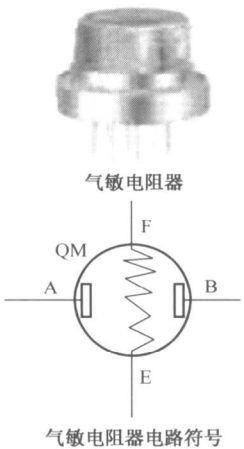
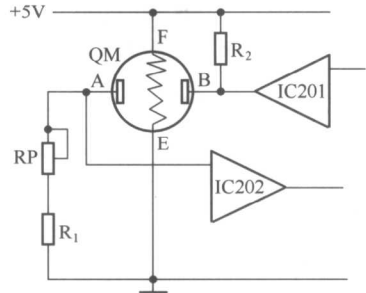
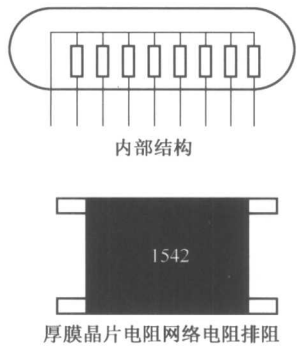
3. 常用电阻器实物图、结构特点及应用

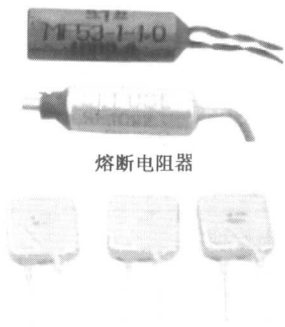
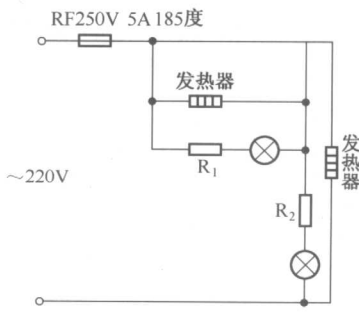
电阻器主要用来稳定和调节电路中电流和电压的大小，在电路中主要起限流、降压、分流、隔离和分压等作用。常用电阻器的实物图、结构特点及应用如表 1-1 所示。

表 1-1 常用电阻器的实物图、结构特点及应用

实 物 图	电阻结构和特点	常见应用电路及典型应用
 碳膜电阻器 (RT)	用碳膜作为导电层，属于膜式电阻器的一种。它是将通过真空高温热分解出的结晶碳沉积在柱形或管形陶瓷骨架上制成的。改变碳膜的厚度和使用刻槽的方法，可以变更碳膜的长度，得到不同的阻值。碳膜电阻器成本较低，性能属中档	价格便宜、精度较低，一般应用在要求不高的电路中
 金属膜电阻器 (RJ)	在真空中加热合金，合金蒸发，使瓷棒表面形成一层导电金属膜。刻槽和改变金属膜厚度可以控制阻值。这种电阻器和碳膜电阻器相比，体积小、噪声低、稳定性好、工作频率范围较宽，但成本较高	适用于要求较高的通信设备、电子仪器等电路中；在收音机、电视机等民用产品上也得到了较多的应用
 氧化膜电阻器 (RY)	用锑和锡等金属盐溶液喷雾到炽热（约 550℃）的陶瓷骨架表面上沉积后制成。它与金属膜电阻器相比，具有阻燃、导电膜层均匀、膜与骨架基本体结合牢固、抗氧化能力强等优点，其缺点是阻值范围小	广泛用于彩色电视机中

实 物 图	电阻结构和特点	常见应用电路及典型应用
 线绕电阻器 (RX)	用康铜或者镍铬合金电阻丝，在陶瓷骨架上绕制成。这种电阻分固定和可变两种。它的特点是耐高温、热稳定性好、温度系数小、电流噪声小、功率大。但分布电容、电感较大且阻值较低	适用于大功率的场合，额定功率一般在 1W 以上
 光敏电阻器 (MG)	在陶瓷基座上沉积一层硫化镉 (CdS) 膜后制成，由玻璃基片、光敏层、电极组成。通常，光敏电阻器都制成薄片结构，以便吸收更多的光能。光敏电阻器的阻值随入射光的强弱而改变，有较高的灵敏度。无光照射时，呈高阻状态，有光照射时，其电阻值迅速减小	 光电控制电路
 压敏电阻器	压敏电阻器在正常电压条件下，阻值极大，当外加电压施加到某一临界值时，压敏电阻器的阻值急剧变小。它是一种敏感电阻器，主要应用于各种电子产品的过电压保护电路	 电源过电压保护电路 压敏电阻 R_V 主要应用在各种电子产品的过电压保护电路中
 PTC 正温度系数热敏电阻器 NTC 负温度系数热敏电阻器	它可由单晶、多晶、玻璃和塑料等半导体材料制成。这种电阻器具有一系列特殊的电性能，最基本的特性是它的电阻值随着其表面温度的变化而变化。其特点是对温度灵敏度高、热惰性小、寿命长、体积小、结构简单以及可制成各种不同的外形结构	 电视机消磁电路

实物图	电阻结构和特点	常见应用电路及典型应用
 湿敏电阻器	湿敏电阻器是其阻值随环境相对湿度变化而变化的敏感元件。湿敏电阻器的基本结构由感湿层、引线电极和具有一定强度的绝缘基体组成	湿敏电阻器广泛应用于空调器、恒湿机等家电中作湿度环境的检测
 气敏电阻器 气敏电阻器电路符号	气敏电阻器是一种对特殊气体敏感的元件，可以将被测气体的浓度和成分信号转变为相应的电信号，是一种新型半导体元件。它是利用金属氧化物半导体表面吸收某种气体分子时，会发生氧化反应或还原反应的特点制成的。N 型气敏电阻器在检测到甲烷、一氧化碳、天然气、煤气、液化石油气、乙炔、氢气等气体时，其电阻值减小。P 型气敏电阻器在检测到可燃气体时电阻值将增大，而在检测到氧气、氯气及二氧化碳等气体时，其电阻值将减小。气敏电阻器具有灵敏度高、功耗低、稳定性好、响应和恢复时间快等特点	 抽油烟机监控电路局部图 广泛应用于各种可燃气体、有害气体及烟雾等方面的检测及自动控制
 内部结构 厚膜晶片电阻网络电阻排阻	排电阻也叫集成电阻器。它是在真空中镀上一层合金电阻膜于陶瓷基板上，加玻璃材料保护层及三层电镀而组成的电阻，具有可靠度高、外观尺寸均匀、精确且具有温度系数与阻值公差小的特性。排电阻比分立电阻体积小，安装方便，但价格稍贵	在数字显示电路、计算机硬件电路中经常用到它

实 物 图	电阻结构和特点	常见应用电路及典型应用
 熔断电阻器 自恢复熔丝电阻器	熔断电阻器在电路图中起着熔丝和电阻器的双重作用，主要应用在电源电路输出和二次电源的输出电路中。它们一般以低阻值（几欧姆至几十欧姆）、小功率（1/8~1W）为多，其功能就是在过流时及时熔断，保护电路中的其他元件免遭损坏。在电路负载发生短路故障，出现过电流时，熔断电阻的温度在很短的时间内就会升高到 500~600℃，这时电阻层便受热剥落而熔断，起到保险的作用，以达到提高整机安全性的目的	 RF250V 5A 185度 ~220V 发热器 R₁ R₂ 发热器 小功率保温器自动电饭锅电路原理图

二、电阻器的分类

电阻器通常分为三类：固定电阻、特殊电阻及可调电阻。电阻器的具体分类如图 1-2 所示。

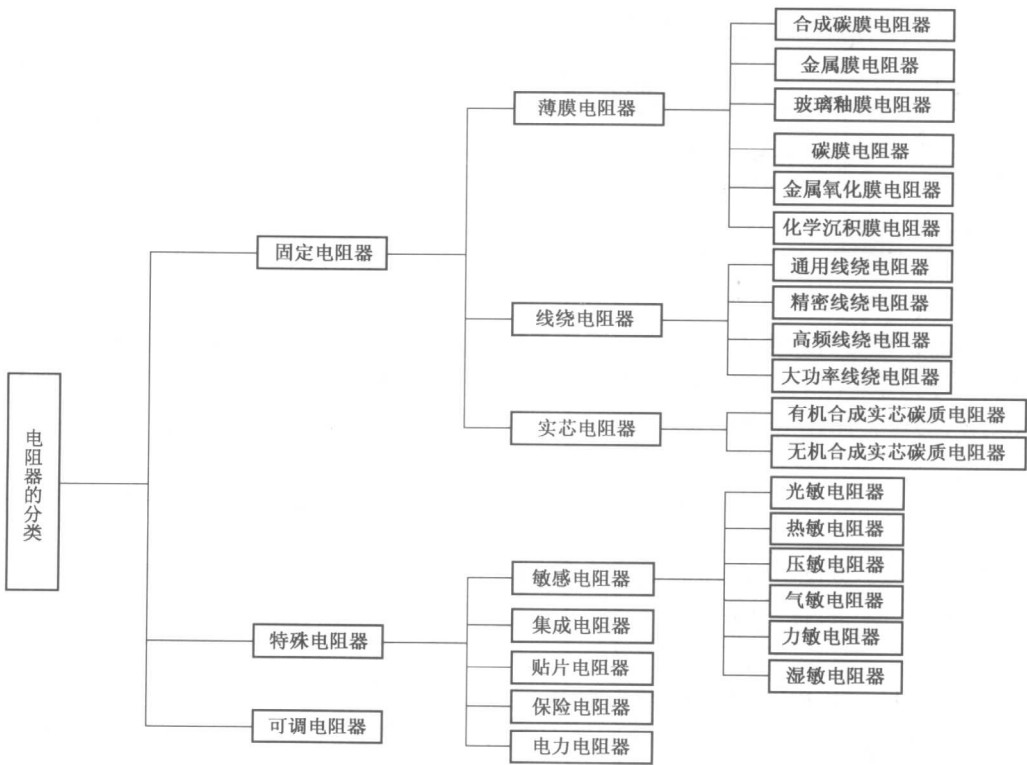


图 1-2 电阻器的分类

三、电阻器的主要特性参数

1. 标称阻值

常用的标称阻值有 E6、E12、E24 系列，如表 1-2 所示。实际阻值与标称阻值的相对误差称为允许偏差。常用的精度有±5%、±10%、±20%，精密电阻精度要求更高，如±2%、±1%和±0.5%~±0.001%等。

表 1-2 电阻器标称阻值系列

标称值系列	允 许 偏 差	电阻器、电位器、电容器标称值							
		1.0	1.1	1.2	1.3	1.5	1.6	1.8	2.0
E24	Ⅰ级（±5%）	2.2	2.4	2.7	3.0	3.3	3.3	3.9	4.3
		4.7	5.1	5.6	6.2	6.8	7.5	8.2	9.1
		1.0	1.2	1.5	1.8	2.2	2.7	3.3	3.9
E12	Ⅱ级（±10%）	4.7	5.6	6.8	8.2	—	—	—	—
		1.0	1.5	2.2	3.3	4.7	6.8	—	—
E6	Ⅲ级（±20%）	1.0	1.5	2.2	3.3	4.7	6.8	—	—

注：表中数值乘以 10ⁿ（其中 n 为整数），即为系列阻值。

2. 允许误差

标称阻值与实际阻值的差值跟标称阻值之比的百分数称作阻值偏差，它表示电阻器的精度。允许误差与精度等级对应关系如表 1-3 所示。

表 1-3 常用电阻器的允许误差等级

允许误差	±0.5%	±1%	±5%	±10%	±20%
等级	005	01	Ⅰ	Ⅱ	Ⅲ
文字符号	D	F	J	K	M

3. 额定功率

电阻器在交、直流电路中长期、连续工作所允许消耗的最大功率，称为电阻器的额定功率，共分为 19 个等级，如表 1-4 所示。常用的额定功率有 1/20W、1/8W、1/4W、1/2W、1W、2W、5W、10W 和 20W 等。

表 1-4 电阻器额定功率系列

种 类	电阻器额定功率系列（W）																		
线绕电阻	0.05	0.125	0.25	0.5	1	2	3	4	8	10	16	25	40	50	75	100	150	250	500
非线绕电阻	0.05	0.125	0.25	0.5	1	2	5	10	25	50	100								

其中 1/8W 和 1/4W 的电阻器较为常用，但是在 大电流场合，大功率的电阻器也用得很普遍。图 1-3 所示为各额定功率值的电阻器在电路图上的符号。

4. 额定电压

额定电压是由阻值和额定功率换算出的电压。