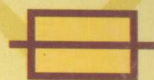


中等职业技术学校试用教材

广东、北京、广西中等职业技术学校教材编写委员会组编



电子基本技能



广东高等教育出版社

内 容 提 要

本书主要内容有：常用电子元器件、印刷电路板手工制作及焊接技术、整机安装及调试技术、模拟电路、数字电路等部分。本书将常用仪器的使用及行业部门颁发的中级技术工人考核标准中的应会内容融汇于各章节之中，从职业高中学生实际出发，通过对各个电子电路的简要分析、制作及故障排除，培养学生的动手能力。本书力求深入浅出，概念清楚，图文并茂，排版新颖，语言通俗易懂，技术清楚明了，既注重技能培养，又具有较强的可读性和实用价值。本书可作为职业高中、职业中专电工专业、机电专业、电子专业、家用电器专业及技工学校等同类专业学校的技能训练教材，也可作为成人继续教育、职工上岗、军地两用人才培训教材和电子爱好者的自修教材，还可作为普通中学第二课堂和劳技课的参考教材。

图书在版编目 (CIP) 数据

电子基本技能/广东、北京、广西中等职业技术学校教材编写委员会组编. —广州：广东高等教育出版社，2000.8

中等职业技术学校试用教材

ISBN 7-5361-2507-0

I. 电… II. 广… III. 电子技术-技术学校-教材 IV. TN

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2000) 第 32339 号

广东高等教育出版社出版发行

地址：广州市广州大道北广州体育学院 20 栋

邮政编码：510075 电话：83792953，87552830

广东省茂名广发印刷有限公司印刷

787 mm × 1 092 mm 16 开本 14.25 印张 386 千字

2000 年 8 月第 1 版 2002 年 10 月第 4 次印刷

印数：10 001 ~ 12 000 册

定价：20.50 元

前 言

以电子化、数字化、网络化、信息化为特征的知识经济已初见端倪，以信息技术为先导的科技进步日新月异。有资料表明：20 世纪 80 年代初期，一项技术的寿命大约为 30 年；90 年代，技术寿命变为 10~15 年；预计到了 2005 年，一项技术仅 1~3 年就将走下历史舞台。知识经济呼唤现代技术，呼唤大批德才兼备，具有专业技能、创新意识、创业能力，能参与市场竞争的现代人才，这给为经济和社会发展提供智力和人才保障的教育工作带来了机遇和挑战。当我们站在更高的起点和层面上审视我们过去的职业教育的时候，我们会发现，以 3 年的教育周期，至多仅能使受教育者掌握 1~2 项甚至仅仅 1 项专业技术（有的还只是初级水平的专业技术）的传统中等职业教育，远远不能适应知识经济发展的要求。观念、制度、教学内容、教学方法、教学手段等方面的改革已迫在眉睫。

当知识经济不断敲打 21 世纪大门的时候，广东、北京、广西三省市区的职教同行，决定以课堂教学内容的改革为核心，从课程改革和教材建设入手，编写一套依托三省市区骨干行业、支柱产业，糅合当今世界最新科技成果，体系完善、内容先进的中等职业技术学校教材，以现代的课程体系和教材，推动职业教育教学内容、教学方法、教学手段的改革，以专业建设的现代化，推动职业教育的现代化。在 20 世纪的最后一年，这套教材终于面世了。

本套教材遵循“宽基础，重技能，活模块”和“一纲多本”的原则，在组织有关专家、学者审定教学大纲、教学计划的基础上，由三省市区近 200 名专家、学者、教授及职教第一线的资深教师编写，各专业课教材并经专家和同行业的有丰富实践经验的

人员审定，具有系统性和权威性。本套教材还保持了传统教育的基础性的特色，又注意吸纳当今世界最新科技成果，结合三省市区骨干行业、支柱产业的实际，因此具有实用性、科学性和先进性。

对于本套教材中存在的疏漏和不妥之处，敬请广大专家和读者批评指正，以便我们进一步修订和完善。

广东、北京、广西中等职业技术学校教材

编写委员会

1999 年 4 月

编者说明

1998年广东省教育厅在顺德召开了由北京、广西和广东三地部分国家级重点职业高中选派的专业教师、教研员参加的部分专业课程地方教材、教学大纲审定会。这次会议充分肯定了由广东省教育厅与省高教出版社组织编写的上一轮职业高中地方教材,对提高职业高中教学质量,强化技能训练方面的教学改革起到了保证作用,受到了广大师生的好评,社会效益明显。同时,这次会议还审定通过了适应改革开放新形势和反映新技术成果的新一轮地方教材的教学计划与教学大纲。

本书是按照这次会议的精神与要求下进行编写的,它有以下几个特点。

① 坚持双轨制,技能训练与理论教学分别设课,同步教学,使技能训练及提高学生动手能力得到充分保障与落实。

充分突出电子技能的特点,将验证性实验划归到理论课教学中。根据劳动部、国家内贸部颁发的电子行业中级工人技术等级标准中的技能要求,结合实用电子电路的制作、调试来进行专业技能训练。作为理论课程“电子技术基础”一书的姊妹篇,本书也考虑到与“电子技术基础”课程的衔接,前半部分与模拟电子技术相配套,后半部分与数字电子技术相衔接,既突出电子基本技能的训练,又避免与专业生产实习相重复。内容丰富,实用性强。

② 本书从常用电子元器件到各电子电路的安装、调试力求深入浅出、循序渐进,仪器仪表的使用贯穿各个电路制作之中。使学生在亲自动手制作新颖实用电路的过程中,通过声、光、电的形象变化,提高学习兴趣,加深对电路理论的理解,增强安装调试的技能,从而为培养既有理论基础,又有实践技能的专业技术人员打下坚实的基础。

③ 为了适应中学生的特点,在对电路作简要分析及讲述制作要点时,力争语言通俗易懂,技术清楚明了。同时为了提高本书的可读性,力求图文并茂,排版新颖。

④ 本书内容在排版上分为两大模块,即正文部分和附录部分。正文部分用5号宋体,附录部分用小5号楷体。正文部分为主要教学内容,而附录部分则是配合正文需要,或外形图,或相关知识介绍,或元件检测方法,或维修经验,是正文内容的重要补充和外延。附录部分可作为学生课外阅读,为此在目录中也专门列出附录内容的目录,以便查找。

本教材的教学需两学期,每学期按17周计算,周课时建议4学时,共需136

学时。各章学时分配如下表：

章节号	章节题目	各章学时分配
一	常用电子元器件	8
二	印刷电路及焊接技术	8
三	电子产品的安装及调试技术	4
四	模拟电子电路	48
五	数字电子电路	68

如学时不够可将课时减半，即每周两学时，课堂上只讲元件测试及安装调试中注意事项，而制作留在课外进行。

本书由深圳市电子技术学校高级教师刘世钧主编，其中第一、二、三章由刘世钧编写，第四章由深圳电子技术学校高级教师徐火煌编写，第五章由深圳市电子技术学校胡林玲讲师编写。本书由华南理工大学审核，其中第一、二章由阮一平教授审阅，第三、四章由曾庆虹教授审阅，第五章由彭国平讲师审阅。

本书在编写以及测试过程中得到杨少光老师、何新文工程师及深圳市迪桑实业有限公司韩均芳工程师、华荣泰电子有限公司朱孝华工程师、纬立达电子有限公司蒋锋工程师等人帮助，在此表示衷心感谢。

限于水平和经验，书中难免存在不少问题，恳请广大读者批评指正。

编 者
1999 年 12 月

附：各学校在开设技术训练课程中，如遇到的元器件配套购买困难，可与编者单位：深圳电子技术学校联系。

地址：广东省深圳市福田区皇岗路 3009 号 邮编：518026 电话：0755 - 3244912 - 8033

目 录

第一章 常用电子元器件	(1)
第一节 电阻器.....	(1)
第二节 电容器	(14)
第三节 电感器	(21)
第四节 半导体器件	(26)
第五节 接插件、开关件	(41)
第六节 电声器件、磁头	(44)
第七节 继电器、参数固态继电器	(47)
第八节 传感器	(51)
第二章 印刷电路及焊接技术	(54)
第一节 手工制作印刷电路板	(54)
第二节 焊接技术	(57)
第三章 电子产品的安装及调试技术	(69)
第一节 安装技术	(69)
第二节 一般调试检测技术	(72)
第四章 模拟电子电路	(79)
第一节 电烙铁温度调整器	(79)
第二节 1.5 ~ 15 V 分档输出集成电路稳压电源.....	(84)
第三节 带关门提醒的音乐门铃	(88)
第四节 单片 AM 收音机	(90)
第五节 调光、调速电路	(94)
第六节 固体语音录放器	(99)
第七节 智力竞赛抢答器.....	(104)
第八节 电话盗打或外线断线报警器.....	(107)
第九节 AM/FM 单片收音机	(110)
第十节 人体感应照明开关.....	(127)
第十一节 红外自动水龙头.....	(133)
第五章 数字电子技术	(139)
第一节 稳压电源、信号源和逻辑测试器.....	(140)
第二节 键盘模块单元.....	(148)
第三节 读写控制模块单元.....	(167)
第四节 存储器模块单元.....	(178)
第五节 单片机模块单元.....	(185)
第六节 显示器模块单元.....	(194)

各章附录主要内容目录

第一章 常用电子元器件		常用三极管外形图	(30)
电阻器符号	(1)	光电三极管的检测	(31)
常用电阻器外形图	(1)	三极管管脚极性判别图	(31)
敏感电阻器	(2)	数字万用表判别三极管的方法	(32)
部分敏感电阻器外形图	(5)	三极管的选用与代换	(32)
电阻器阻值系列的来源	(6)	场效应管符号	(33)
不同标注方法的电阻器	(7)	场效应管外形图	(34)
识记色环电阻器速成	(7)	使用场效应管注意事项	(34)
识记色环电阻器练习法	(8)	为什么不能用万用表判别绝缘	
部分电位器外形图	(9)	栅型场效应管管脚	(35)
电阻器、电位器的选用	(11)	晶闸管符号	(35)
电阻器的修理	(11)	晶闸管外形图	(36)
电容器符号	(14)	晶闸管测试电路	(36)
常见电容器外形图	(14)	单结晶体管介绍	(36)
标称容量系列	(16)	单结晶体管符号及外形图	(37)
国外电容器的容值标注方法	(17)	单结晶体管的主要参数	(37)
国外电容器耐压表示法	(18)	常见集成电路封装形式图	(37)
电容器引脚极性判别	(19)	三端集成稳压器外形图	(38)
电容器的串、并联	(20)	收音机集成电路外形图	(39)
电感器符号	(21)	电视机集成电路外形图	(39)
常见电感器外形图	(21)	74 系列集成电路外形图	(39)
变压器符号	(22)	集成运算放大器外形图	(40)
常见变压器外形图	(22)	时基集成电路外形图	(40)
电感线圈检测图	(23)	音乐 IC 外形图	(40)
常用线圈介绍	(23)	集成电路引脚识别方法	(40)
延迟线	(24)	常见接插件外形图	(41)
延迟线电路符号	(25)	常见开关外形图	(43)
常用延迟线外形图	(25)	常见话筒外形图	(44)
滤波器	(25)	常见扬声器外形图	(44)
常用滤波器外形图	(25)	常见磁头外形图	(45)
二极管符号	(26)	扬声器的相位	(45)
常用二极管外形图	(26)	相位的鉴别方法	(45)
锗管与硅管的性能区别	(28)	蜂鸣片的简易测试	(46)
二极管的在线检测	(28)	R1 小型带式高音扬声器简介	(46)
关于二极管的补充知识	(29)	继电器符号	(47)
二极管检测图	(29)	常用继电器外形图	(47)
光电二极管的检测	(30)	固体继电器外形图	(48)
三极管符号	(30)	固体继电器基本控制方法	(49)

固体继电器应用示例	(50)	整流桥堆的判别	(87)
常见传感器外形图	(51)	音乐芯片好坏间接测试法	(88)
第二章 印刷电路及焊接技术		小电容好坏的判断	(89)
印刷电路板的优点	(54)	干簧管测试示意图	(89)
工厂生产印刷电路板工艺		集成电路、三极管管脚图	(91)
流程简介	(55)	调速电路框 1, 2 作用	(95)
描涂防腐蚀层的其它方法	(55)	电容器、二极管测试图解	(96)
精细胶带外形图	(56)	电源线测试图	(97)
预切符号外形图	(56)	固体录音技术介绍	(99)
感光覆铜板外形图	(56)	驻极体话筒的识别	(100)
印刷电路板的检验	(57)	驻极体话筒的检测	(100)
怎样才是良好的焊接点	(57)	元件测试图解	(101)
形成良好焊接点的必要条件	(58)	录音电路扩展应用中注意事项	(102)
电烙铁使用注意事项	(59)	电位器检测图解	(105)
常用电烙铁介绍	(59)	小型晶闸管外形	(105)
几种自制烙铁架	(60)	喇叭检测示意图	(105)
小革新: 电烙铁温度控制器	(60)	按钮开关检测示意图	(106)
电烙铁常见故障及修理	(60)	元件检测图解	(108)
常用元器件连接方法	(62)	收音机用集成电路简介	(110)
常见元器件装置方法	(63)	元件检测图解	(114)
焊接技术练习	(64)	收音机质量鉴别	(115)
浸焊与波峰焊介绍	(64)	收音机检修注意事项	(116)
焊接质量的检查	(65)	收音机检修基本步骤	(117)
拆焊	(66)	集成电路收音机故障检修特点	(119)
无锡焊介绍	(68)	收音机故障检修基本方法	(120)
第三章 电子产品安装及调试技术		远红外传感器简介	(127)
常用工具介绍	(69)	元件检测图解	(129)
其它常用工具外形图	(71)	稳压管与整流管的识别	(130)
拆装工艺	(72)	晶闸管检测图解	(131)
静态工作点的测试方法	(74)	感应开关接线图	(131)
表面贴装元件外形图	(78)	数字电子技术简介	(133)
表面贴装元件介绍	(78)	小电容测试图解	(135)
第四章 模拟电子电路		元件检测图解	(136)
晶闸管结构图及符号	(79)	电磁阀检测示意图	(136)
双向二极管结构图及符号	(80)	制作图解 (一~四)	(136)
晶闸管相位控制电路	(81)	第五章 数字电子技术	
元件测试方法示意图	(82)	集成电路几种封装形式	(139)
开关检测图	(83)	TTL 电路的基本知识	(140)
简单相位控制电路	(83)	数字地	(141)
三端可调稳压 IC 外形图	(84)	变压器的选购	(142)
W317 基本应用电路	(84)	整流桥的选购	(142)
元件检测图	(86)	电容的选购	(143)
电子元件检测示意图	(86)	稳压器的选购	(144)

门电路	(145)	只读存储器	(180)
开关三极管	(146)	随机可读存储器	(181)
键盘概述	(148)	可多次重写的只读存储器	(182)
施密特触发器	(149)	单片机的般知识	(185)
T型触发器	(157)	单片机的指令系统	(190)
锁存器	(158)	显示器的种类	(194)
键盘	(159)	LED 与单片机的连接	(195)
非编码式键盘	(160)	串行通信	(196)
接口芯片 8279	(162)	异步传输	(196)
读写电路	(167)	同步传输	(197)
触发器	(173)	串行通信的数据传输方向	(198)
三态门	(174)	字段代码的形成	(201)
总线	(175)	单片机应用	(204)
存储器	(179)		

第一章 常用电子器件

第一节 电阻器

一、作用与类别

电阻器是组成电路的基本元件之一。在电路中，电阻器用来调节和稳定电流、电压，作分流器和分压器用，以及作为消耗电能的负载电阻。

电阻器可分为固定式和可变式两大类。固定电阻器主要用于阻值固定而不需变动的电路中，起限流、分流、分压、降压、负载等作用。文字符号用 R 或 r 表示。

可变电阻器又称变阻器或电位器，主要用在阻值需要经常变动的电路中，用来调节音量、电压、电流等。电位器在结构上分为可转动的旋柄式和可移动的滑动式两类。电位器的文字符号用 R_p 表示。

还有一种微调电阻器，主要用在阻值不经常变动的电路中，其转动结构较简单。

电阻器按其材料结构，可分为膜式（碳膜、金属膜）和金属线绕式两种。膜式电阻器阻值范围大，从几欧到几十兆欧，但功率不大，一般在 $1/8 \sim 2\text{ W}$ ，最大到 10 W 。线绕式电阻器阻值范围小，从十分之几欧到几十千欧，但功率较大，最大可到几百瓦。

电阻器的分类见第 2 页。

除上述常用电阻器外，目前在彩色电视机或其他仪器，录像机中还常用到保险电阻器和水泥电阻器等新型特殊电阻器。

保险电阻器又叫熔断电阻器，在正常情况下起着电阻器和保险丝的双重作用。当电流使其表面温度达到 $500\text{ }^{\circ}\text{C}$ 以上时，电阻层便会自行剥落而熔断，从而使彩色电视机中的其它元件得到保护，免遭损坏，提高了电视机的安全可靠性能。保险电阻器阻值一般较小，从零点几欧到 $3.3\text{ k}\Omega$ ，功率也不大，从 $0.25 \sim 2\text{ W}$ ，主要用于彩电行扫描电路及录像机、音响、仪器等高档电器的电源电路中，熔断时间一般为几十秒。

电阻器符号

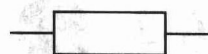


图 1-1f-1 电阻器符号

常见电阻器外形图(一)

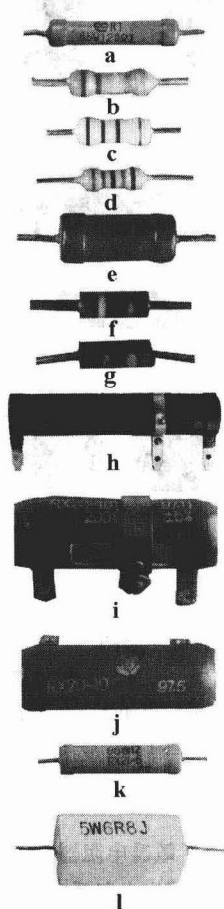


图 1-1f-2 常见电阻外形图(一)

a.b.碳膜电阻器 c.金属膜电阻器 d.精密电阻器(5环) e.金属氧化膜电阻器(直标法电阻) f.碳质电阻器 g.碳质电阻器 h.线绕电阻器 i.可调线绕电阻器 j.k.线绕电阻器 l.水泥电阻器

常见电阻器外形图(二)

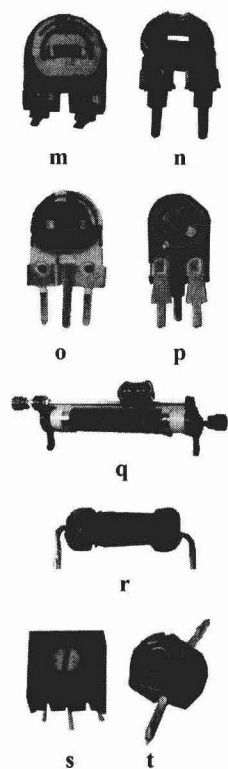
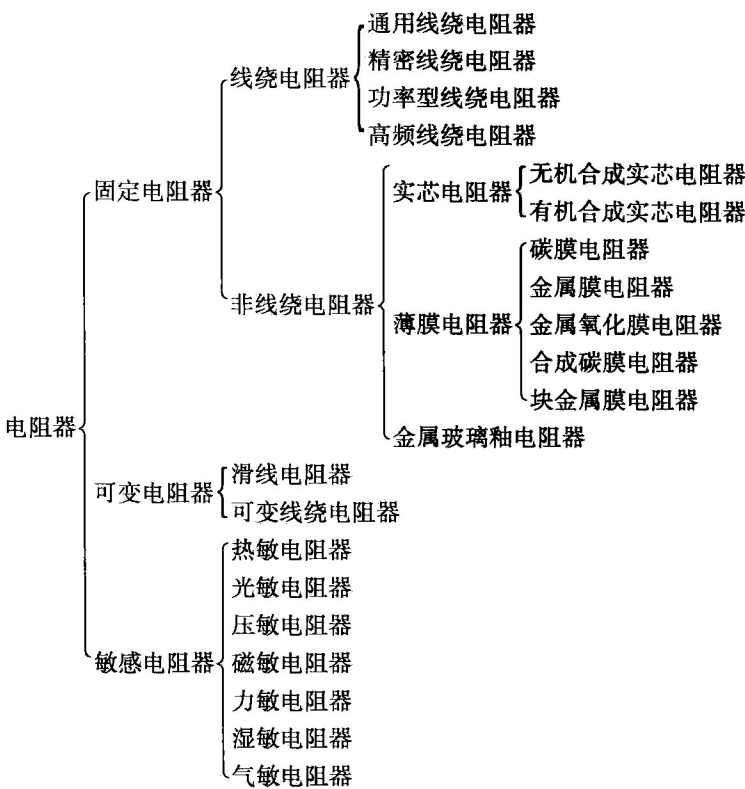


图 1-1f-2 常见电阻外形图二

m. n. o. p. 可调电阻器
q. 滑线电阻器 r. 精密
线绕变阻器 s. t. 微调
电阻器

敏感电阻器

敏感电阻器是指电阻值对某些物理量，如温度、光照、电压、磁通、湿度、压力和气体等敏感的元件。这些元件分别称为热敏、光敏、压敏、磁敏、湿敏、力敏、气敏电阻器。它们一般是由半导体材料制成，所以又称为半导体电阻器。



保险电阻器常用型号有：RF10 型，其表面涂有灰色不燃涂料，电阻阻值用色环表示；RF11 型，其外壳包有一层陶瓷，电阻器阻值用字母表示，如 1 W, 10 Ω ; 2 W, 1 Ω 等。也有不标功率只标阻值的。此外，瓷外壳的保险电阻器还有 RRD0910 型、RRD0911 型。

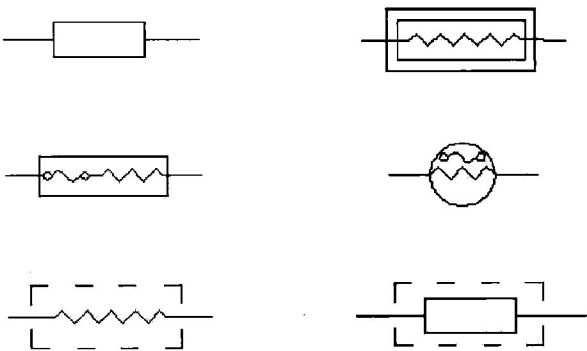


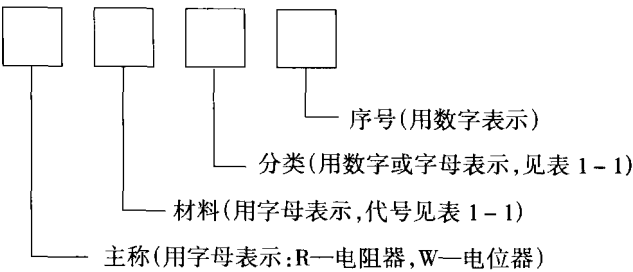
图 1-1-1 常见保险电阻符号

另外，还有一种特殊电阻器称为敏感电阻器，常用于各种控制电路中，其型号命名方法见附表 1-1 (见 13 页)。

常用电阻器符号及其外形图形如图 1-1f-1 和图 1-1f-2。

二、电阻器型号命名方法

根据国家标准 GB 2470—81，电阻器和电位器的型号由以下四部分组成：



例如：RJ71，R 表示电阻器，J 表示用金属膜材料制成，7 为分类号表示精密电阻器，1 表示序号。故 RJ71 为精密金属膜电阻器。同理，WSW1 为微调有机实芯电位器。

电阻型号命名法见表 1-1-1。

表 1-1-1 电阻型号的命名法

第一部分：主称		第二部分：材料		第三部分：分类		
符号	意义	符号	意义	符号	意义	意义
R	电阻器	T	碳膜	1	普通	普通
W	电位器	J	金属膜	2	普通	普通
		Y	氧化膜	3	超高频	—
		H	合成膜	4	高阻	—
		S	有机实芯	5	高温	—
		N	无机实芯	6	—	—
		I	玻璃釉膜	7	精密	精密
		X	线绕	8	高压	特种函数
				9	特殊	特殊
				G	高功率	—
				T	可调	—
				W		微调
				D		多圈

敏感电阻器型号命名方法见附录表 1-1 (见第 13 页)。

1. 热敏电阻器

热敏电阻器是由对温度极为敏感，热惰性很小的半导体材料制成的元件。一般有两种热敏电阻器，一种是阻值在工作温度范围内随温度升高而增大的，称为正温度系数热敏电阻器，也叫 PTC 元件；另一种是阻值随温度升高而减小的，称为负温度系数电阻器，也叫 NTC 元件。例如：家庭用电热驱蚊器中的发热元件即正温度系数热敏电阻器。按阻值随温度变化率的大小，又有普通型和开关型两类。

2. 光敏电阻器

光敏电阻器是应用半导体光电效应原理制成的一种元件，它的电阻值随着照射光的强弱而变化。一般用硫化镉制成，所以有时直接称为 CdS 电阻。光敏电阻器受到光照射时具有的电阻值称为亮电阻 R_L ，不受光照射时的电阻称为暗电阻 R_D ，暗电阻与亮电阻的比值称为阻值变化倍数 $k = R_D/R_L$ 。光敏电阻器的接收光谱一般是从红外线到紫外线，根据光谱特性，光敏电阻器分为红外光敏电阻器、可见光敏电阻器和紫外光敏电阻器。

3. 压敏电阻器

压敏电阻器是一种非线性电阻元件，它的阻值与两端施加的电压值大小有关。当电压升高到一定值时，电阻急剧变小，呈导通状态，主要用作过电压保护元件。瞬时过电流能力较强，并且当电压恢复正常后，压敏电阻器的电阻值也恢复正常，可重复使用。

三、主要参数

电阻器的主要参数有：标称阻值、偏差、额定功率、最高工作温度、极限工作电压、稳定性、噪声、高频特性和温度特性等。要正确选用、识别电阻器，就应了解它的主要参数。一般只考虑标称阻值、偏差和额定功率。

（一）标称阻值和偏差

电阻器的标称阻值是指电阻器上标出的名义阻值，它是电阻器的设计阻值。由于电阻器的结构、材料、设备和工艺等方面的原因，同一批生产出来的电阻器实际阻值与标称阻值不完全相符，存在着误差。将电阻器的标称阻值与实际阻值之差称为偏差，允许的最大偏差范围叫做阻值允许偏差，通常又称阻值允许误差，一般都用允许偏差除以标称阻值的百分数来表示。

通常电阻器的阻值误差分为三级：Ⅰ级精度的阻值允许误差为 $\pm 5\%$ ；Ⅱ级精度为 $\pm 10\%$ ；Ⅲ级精度为 $\pm 20\%$ 。

精密电阻器的阻值误差有 11 个等级，如表 1-1-2。

表 1-1-2 误差等级表

等 级	误 差	等 级	误 差
1	$\pm 2\%$	7	$\pm 0.02\%$
2	$\pm 1\%$	8	$\pm 0.01\%$
3	$\pm 0.5\%$	9	$\pm 0.005\%$
4	$\pm 0.2\%$	10	$\pm 0.002\%$
5	$\pm 0.1\%$	11	$\pm 0.001\%$
6	$\pm 0.05\%$		

为了既满足使用者对各种规格的需要，又能使规格减少到最低限度，除了少数特殊规格外，电阻器一般都是按国家标准 GB2471-81 电阻器标称阻值系列标准中的规定进行生产的。使用电阻器时，应尽量在标准规定的系列（见表 1-1-3）中选择所需的标称阻值。

电阻器的标称阻值应为表中所列数值的 10^n 倍，其中 n 为正整数、负整数或零。以 E24 系列中的 2.7 为例，电阻器的标称阻值可为 $0.27\ \Omega$ ， $2.7\ \Omega$ ， $27\ \Omega$ ， $270\ \Omega$ ， $2.7\ \text{k}\Omega$ ， $27\ \text{k}\Omega$ ， $270\ \text{k}\Omega$ ， $2.7\ \text{M}\Omega$ 等，其它各项依此类推。

电阻器的标称阻值和偏差一般都标在电阻体上，其标志法有三种：直标法、文字符号法和色标法。

1. 直标法

用阿拉拍数字和单位符号在电阻器表面直接标出标称阻值，允许偏差直接用百分数表示，如图 1-1f-4a 所示。

表 1-1-3 普通电阻器的标称阻值系列

E24 允许偏差 ± 5%	E12 允许偏差 ± 10%	E6 允许偏差 ± 20%	E24 允许偏差 ± 5%	E12 允许偏差 ± 10%	E6 允许偏差 ± 20%
1.0 1.1	1.0	1.0	3.3 3.6	3.3	3.3
1.2 1.3	1.2		3.9 4.3	3.9	
1.5 1.6	1.5	1.5	4.7 5.1	4.7	4.7
1.8 2.0	1.8		5.6 6.2	5.6	
2.2 2.4	2.2	2.2	6.8 7.5	6.8	6.8
2.7 3.0	2.7		8.2 9.1	8.2	

2. 文字符号法

将标称阻值和允许偏差用文字符号和阿拉伯数字两者有规律的组合来表示。

规定一：标称阻值单位符号的位置代表标称阻值有效数字中小数点的位置，单位符号前为整数部分，单位符号后面为小数部分。

规定二：阻值单位符号。

- 欧(姆) Ω, (10⁰欧): Ω
- 千欧 kΩ, (10³欧): k
- 兆欧 MΩ, (10⁶欧): M
- 吉欧 GΩ, (10⁹欧): G
- 太欧 TΩ, (10¹²欧): T

例如：0.33 Ω, 标志符号为 Ω33; 5.1 Ω 标志符号为 5 Ω1; 4.7kΩ, 标志符号为 4K7。

规定三：允许偏差文字符号。

- B——± 0.1%; C——± 0.25%; D——± 0.5%; F——± 1%; G——± 2%; J——± 5%; K——± 10%; M——± 20%; N——± 30%

部分敏感电阻外形图

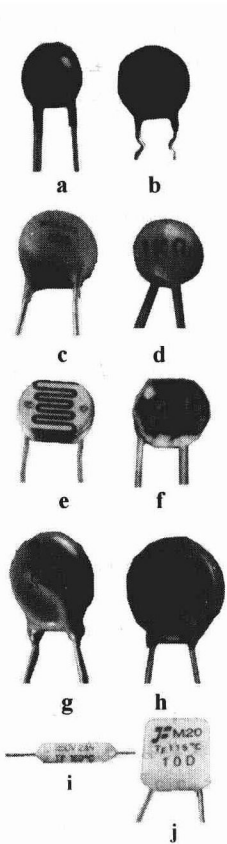


图 1-1f-3 部分敏感电阻器外形图

a. b. c. d. 热敏电阻器 e. f. 光敏电阻器 g. h. 压敏电阻器 i. j. (一次性)温度保险热敏电阻器

电阻器阻值系列
的来源

由于大批量生产的电阻器不可能满足使用者对阻值的所有要求，为了保证使用者能在一定的阻值范围内选用电阻器，就需要按一定的科学规律设计电阻器的阻值系列。有了一个合理的阻值数列，厂家就能安排批量生产，使用者也能选到合理的电阻值。

这里选用一个特殊的几何级数，其通项公式为

$$a_n = (\sqrt[k]{10})^{n-1} \times \sqrt[k]{10}$$

“10 的 k 次方根”是几何级数的幂， n 是几何级数的项数。若在 10 以内要求有 6 个值，则 k 选 6，公比为

$$\sqrt[6]{10} \approx 1.468$$

在 10 以内的 6 个值分别为 1, 1.468, 2.154, 3.162, 4.642, 6.813; 然后将数值归纳并取其接近值为: 1.0, 1.5, 2.2, 3.3, 4.7, 6.8, 这就是 E6 系列的来源。若将 k 分别选为 12 或 24, 所得值化整后构成的几何级数数列, 就称为 E12 或 E24 系列。E6, E12, E24 系列分别适用于允许偏差为 $\pm 20\%$, $\pm 10\%$, $\pm 5\%$ 的电阻器。

图 1-1f-4(b)所示 4.7 k Ω , 标志符号为 4K7, J 表示偏差为 $\pm 5\%$ 。

3. 色标法

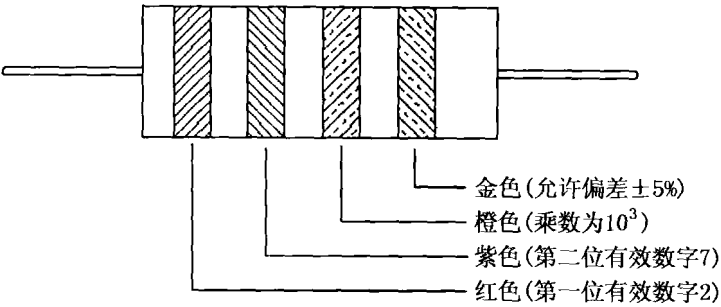
用不同颜色的色表环来表示其标称阻值和允许偏差的大小，常用在小型电阻器上。

①普通电阻器用 4 条色环表示标称阻值和允许偏差，其中三条表示两位有效数字的阻值，一条表示偏差。注意第 1 条色环离左引线端较近，而表示偏差的第 4 条色环离右引线端较远，各种颜色所表示的意义见表 1-1-4。

表 1-1-4 两位有效数字电阻器色标符号规定

颜色	第一位有效数字	第二位有效数字	乘数	允许偏差
黑	0	0	10^0	
棕	1	1	10^1	
红	2	2	10^2	
橙	3	3	10^3	
黄	4	4	10^4	
绿	5	5	10^5	
兰	6	6	10^6	
紫	7	7	10^7	
灰	8	8	10^8	
白	9	9	10^9	+ 50% - 20%
金			10^{-1}	$\pm 5\%$
银			10^{-2}	$\pm 10\%$
无色				$\pm 20\%$

例如：标称阻值为 27 k Ω ，允许偏差为 $\pm 5\%$ ，其标志示意图 1-1-2。



27 000 Ω 即 27 k $\Omega \pm 5\%$

图 1-1-2 两位有效数字色环电阻表示

②精密电阻器用 5 条色环表示标称阻值和允许偏差，其中四条表示三位有效数字和乘数，一条表示偏差，表示偏差的色环与第 4 条色环间隔较远，各种颜色所表示的意义见表 1-1-5。

表 1-1-5 三位有效数字电阻器色标符号规定

颜色	第一位有效数字	第二位有效数字	第三位有效数字	乘数	允许偏差
黑	0	0	0	10^0	
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	$\pm 0.5\%$
兰	6	6	6	10^6	$\pm 0.25\%$
紫	7	7	7	10^7	$\pm 0.1\%$
灰	8	8	8	10^8	
白	9	9	9	10^9	
金				10^{-1}	
银				10^{-2}	

例如标称阻值为 $1.75\ \Omega$ ，允许偏差为 $\pm 1\%$ ，其标志示意图见图 1-1-3。

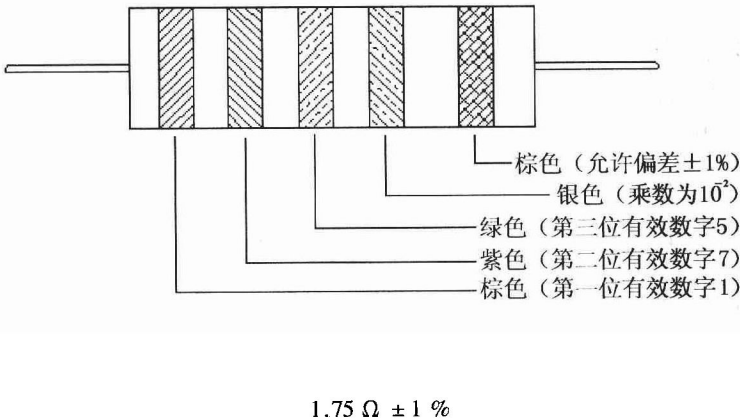


图 1-1-3 三位有效数字色环电阻器表示

采用色环标志的电阻器，颜色醒目，标志清晰，不易褪色，从各个方向都能看清阻值和允许偏差。在无线电整机装配时，勿须注意电

不同标注方法的电阻器

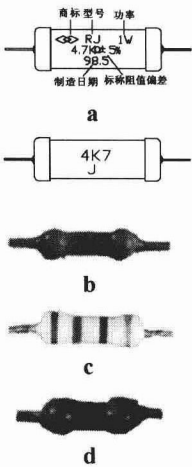


图 1-1f-4 不同标注方法的电阻器
a. 直标法电阻器 b. 文
字符号法电阻器 c. 四环
电阻器 d. 五环电阻器

识记色环电阻器速成

因为色环标志法的应用很广泛，所以记住每种颜色所代表的数字就很重要。此处提供一种简便的方法，有助于很快地记住上表中各种颜色所代表的数字。方法：将黑、棕、红、橙、黄、绿、兰、紫、灰、白、共 10 种颜色按唐诗五言绝句的方式，分割成二句，每句 5 个字，再把各种颜色所代表的数字也同样分成二句，每句 5 个字，组成一首“新唐诗”，朗读、背诵时按读古诗的方法去读，即：

黑棕红橙黄，
绿兰紫灰白。