

电子元器件与工艺

赵 杰 主编

DIANZI YUANQIJIAN YU GONGYI

全国电子信息类
职业教育实训系列教材

东南大学出版社

全国电子信息类职业教育实训系列教材

电子元器件与工艺

主 编 赵 杰

副主编 王国玉

参 编 (按姓氏笔画排序)

王奎英 牛桂平 刘 飞

陈宏伟 单仁寿 靳方国

东南大学出版社

内 容 提 要

本书是根据电子类各专业对电子工艺实习的基本要求和当前电子技术发展的新趋势,结合作者多年来电子工艺实习的教学实践,并针对学生实践能力和技能的培养而编写的。全书包括常用电子元器件、常用材料、焊接技术、整机装配技术、调试技术和整机生产的基本过程及质量管理共6章。

该书涉及面广、实用性强、重点突出。对代表电子技术发展方向的表面安装技术(SMT)以及当前国内外积极推行的产品“质量管理和质量控制”标准给予了一定的介绍,另外每章都增加了阅读材料,体现了内容的先进性和形式的新颖性。

本书可作为职业院校电器类、电子类等专业的“电子工艺实习”和“生产实习”教材,也可供从事电子类产品开发、生产和维修的工程技术人员参考。

图书在版编目(CIP)数据

电子元器件与工艺/赵杰主编. —南京:东南大学出版社,2004.12

ISBN 7-81089-801-9

I. 电... II. 赵... III. 电子元件—生产工艺—高等学校—教材 IV. TN6

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2004)第 110793 号

东南大学出版社出版发行
(南京四牌楼2号 邮编 210096)

出版人:宋增民

江苏省新华书店经销 扬中市印刷有限公司印刷
开本:787mm×1092mm 1/16 印张:16 字数:400千字

2004年11月第1版 2004年11月第1次印刷

印数:1—4000册 定价:25.00元

(凡有印装质量问题,可直接向发行部调换。电话:025-83795801)

出版说明

全国电子信息类职业教育教学改革与教材建设第二次研讨会于2004年4月17日在山西省电子工业学校召开,历时4天。

本次会议总结了2003年教材建设的经验,并提出了第二批教材建设的四项原则:一是求实的原则:编写的教材必须结合职业教育的特点,高质量、高标准;二是协作的原则:编委会打造了一个平台,各校通过参与教材建设,能够提高本校的教学质量,培养一批优秀的教师;三是民主的原则:编委会是一个民间组织,坚持民主的原则,通过协商共同开展教材建设;四是联系的原则:编委会每年至少召开一次会议,组织学校开展教学交流和教材建设。为了更好地开展教材建设,编委会建议将原来的“全国电子信息类职业教育实训教材编委会”更名为“全国职业教育电子信息类教材编委会”。

与会代表认真地总结了首批教材建设的经验,提出了教材编写的要求:坚决贯彻职业教育的要求,即基础适度够用、加强实践环节、突出职能教育,把握职业教育电子信息类专业课程建设的特点;立足当前学生现状,面向用人单位(市场),打破条条框框,少一些理论,多一些技能教育;采取逆向思维的方式编写,即从市场需要什么技能来决定学生需要什么知识结构,并由此决定编写什么教材。

参加教材编写的单位有:

山东信息职业技术学院

福建省电子工业学校

扬州电子信息学校

河南信息工程学校

大连电子工业学校

黑龙江信息技术职业学院

本溪财贸学校

湖北三峡职业技术学院

四川省电子工业学校

本溪电子工业学校

内蒙古电子信息职业技术学院

南京信息职业技术学院

长沙市电子工业学校

山西综合职业技术学院

北京市电子工业学校

锦州铁路运输学校

山西省邮电学校

新疆机械电子职业技术学院

山西工程职业技术学院

哈尔滨机电工程学校

上海机电工业学校

贵州省电子工业学校

全国职业教育电子信息类教材编委会

2004年8月

前 言

当前,电子产品与人们生活愈加密不可分,大到国防建设、航天工业,小到半导体收音机、电子实验钟,电子产品可谓无处不在。电子产品质量关系到各行各业,产品质量好坏将直接影响产品在市场上的占有率,关系到企业的兴亡、电子技术的推广。而实际操作者对工艺的理解和执行情况将直接影响产品质量。编写本教材的目的,就是为了满足生产实践的需要,培养高技能的应用型、操作型人才,为企业输送生产一线的技术人才,这也正是职业教育的培养目标。

本教材的特点:

(1) 涉及面广 全书包括常用电子元器件、常用材料、焊接技术、电子整机的装配与调试、产品开发和质量管理、质量控制等方面的知识,包含了“电子工艺实习”和“生产实习”的主要内容。此外,每章后均有习题,以供复习参考用。

(2) 实用性强 加强实践能力培养的思想贯穿全书。例如:常用电子元器件一章着重介绍了元器件的特点、参数、检测及正确选用依据;焊接技术一章重点介绍了手工焊接技术的训练方法,便于实际操作。各章节内容既相互联系又相对独立。本书既可作为相关专业的生产实习教材一学期讲完,也可分散到各个学期进行讲解。

(3) 体现先进性 电子技术的飞速发展,电子元器件日新月异。本书既介绍了传统的器件和工艺又介绍了新器件、新工艺、新材料,如贴片器件和贴片工艺、超导体和纳米材料,并对质量控制和管理作了介绍。

(4) 形式新颖 本书除正常的内容外,还在每一章后附加了阅读材料,介绍了一些新技术、新工艺、新材料,有利于吸引读者的兴趣。

本书由赵杰任主编,负责全书的组织编写和统稿工作并编写第3章,王国玉任副主编并编写第1章的9、10、11节;靳方国编写第1章的1、2、3、4节;陈宏伟编写第1章的5、6、7、8节;牛桂平编写第2章;王奎英编写第4章;刘飞编写第5章;单仁寿编写第6章。

由于编者水平有限,编写时间仓促,教材中难免有错误和不足之处,恳请各位读者批评指正。

编 者

2004.8

目 录

1 常用电子元器件	(1)
1.1 电阻器和电位器	(1)
1.1.1 概述	(1)
1.1.2 电阻器的型号命名法、标志和参数	(2)
1.1.3 常见电阻器及其应用	(5)
1.1.4 特种电阻器及其应用	(7)
1.1.5 电位器	(13)
1.2 电容器	(19)
1.2.1 概述	(19)
1.2.2 电容器的型号命名法、标志及参数	(20)
1.2.3 常见电容器及其应用	(23)
1.3 电感线圈	(27)
1.3.1 概述	(27)
1.3.2 电感线圈的型号命名法、标志和参数	(28)
1.3.3 常见电感线圈及其应用	(30)
1.4 变压器和继电器	(33)
1.4.1 概述	(33)
1.4.2 变压器的型号命名法	(33)
1.4.3 常见变压器及其应用	(35)
1.5 半导体分立器件	(38)
1.5.1 晶体二极管	(38)
1.5.2 晶体三极管	(42)
1.5.3 MOS 场效应管	(48)
1.5.4 晶闸管	(50)
1.6 集成电路	(52)
1.6.1 概述	(52)
1.6.2 集成电路引脚分布规律及识别方法	(55)
1.6.3 集成电路识图方法	(58)
1.6.4 集成电路的封装知识和外形特征	(59)
1.6.5 模拟集成电路	(62)
1.6.6 数字集成电路	(65)
1.6.7 数字集成电路的基本电路	(67)
1.6.8 数字集成电路的应用	(71)
1.7 电声器件和磁头	(72)
1.7.1 扬声器	(72)

1.7.2	传声器	(76)
1.7.3	磁头	(80)
1.8	显示器件	(82)
1.8.1	彩色显像管	(82)
1.8.2	LED 数码管	(85)
1.8.3	液晶显示器	(88)
1.9	继电器	(90)
1.9.1	继电器的分类	(90)
1.9.2	电磁继电器的电路符号、结构和命名方法	(92)
1.9.3	电磁继电器的主要参数和选用依据	(93)
1.10	开关、散热器和接插件	(94)
1.10.1	开关	(94)
1.10.2	散热器	(99)
1.10.3	接插件	(100)
1.11	表面组装元件	(103)
1.11.1	概述	(103)
1.11.2	贴片式电阻器	(105)
1.11.3	贴片式电容器	(108)
1.11.4	贴片式电感器	(111)
1.11.5	贴片式二极管	(113)
1.11.6	贴片式三极管、场效应管	(116)
1.11.7	贴片式稳压集成电路	(118)
	阅读材料 超导电技术	(118)
	习题 1	(120)
2	常用材料	(123)
2.1	常用线材	(123)
2.1.1	电磁线	(123)
2.1.2	绝缘电线	(124)
2.1.3	电缆线	(125)
2.1.4	光缆	(126)
2.1.5	信号传输用的排线	(126)
2.2	绝缘材料	(126)
2.2.1	陶瓷	(126)
2.2.2	云母	(127)
2.2.3	环氧树脂	(127)
2.2.4	硅胶	(127)
2.2.5	热缩管	(128)
2.3	磁性材料	(128)
2.3.1	软磁性材料	(128)
2.3.2	永磁性材料	(129)

2.4	印制电路板	(129)
2.4.1	覆铜板	(129)
2.4.2	印制电路板的设计要求	(130)
2.4.3	印制电路板的制造工艺	(131)
2.4.4	手工制作电路板的过程	(135)
2.5	辅助材料	(135)
2.5.1	电工常用塑料	(135)
2.5.2	电工常用胶粘剂	(136)
2.5.3	电工常用扎线(带)	(137)
	阅读材料 纳米材料	(137)
	习题2	(138)
3	焊接技术	(140)
3.1	锡焊的基本知识	(140)
3.1.1	锡焊及其特点	(140)
3.1.2	锡焊的机理	(141)
3.1.3	锡焊的工艺要素	(141)
3.1.4	焊点的质量要求	(142)
3.2	焊接工具和材料	(142)
3.2.1	焊接工具	(142)
3.2.2	其他常用工具	(146)
3.2.3	焊料和助焊剂	(147)
3.3	手工焊接技术	(149)
3.3.1	焊接前的准备	(149)
3.3.2	手工焊接操作	(152)
3.3.3	典型器件的焊接方法及工艺	(154)
3.3.4	几种易损器件的焊接方法及工艺	(155)
3.3.5	几种特殊焊点的焊接	(156)
3.3.6	拆焊	(158)
3.3.7	焊点质量检查	(159)
3.4	自动焊接技术	(161)
3.4.1	浸焊	(161)
3.4.2	波峰焊	(163)
3.4.3	再流焊	(165)
3.4.4	其他焊接技术	(165)
	阅读材料 表面安装技术	(166)
	习题3	(168)
4	整机装配技术	(169)
4.1	装配工具	(169)
4.1.1	常用手工工具	(169)
4.1.2	常用紧固件	(172)

4.1.3	常用设备	(173)
4.2	装配图	(173)
4.2.1	电路原理图	(173)
4.2.2	印制电路板装配图	(174)
4.2.3	方框图	(175)
4.2.4	接线图	(175)
4.2.5	元器件明细表	(176)
4.2.6	线扎图	(176)
4.3	整机装配	(177)
4.3.1	整机装配的内容和方法	(177)
4.3.2	整机装配的工艺流程	(179)
4.3.3	整机总装工艺	(187)
4.4	装配检验	(188)
4.4.1	入库前的检验	(188)
4.4.2	生产过程中的检验	(188)
4.4.3	整机检验	(189)
	阅读材料 彩色电视机的总装工艺流程	(190)
	习题 4	(194)
5	调试技术	(195)
5.1	调试工作的一般程序	(195)
5.1.1	调试前的准备工作	(195)
5.1.2	调试方案的拟定	(195)
5.1.3	调试的一般程序	(196)
5.2	彩色电视机的调试方法	(198)
5.2.1	主电路板调试	(198)
5.2.2	整机总调试	(200)
5.3	整机检测与维修	(201)
5.3.1	整机检测方法	(201)
5.3.2	故障检测与维修	(202)
5.4	调试安全措施	(204)
	阅读材料 彩色电视测量测试图的应用	(205)
	习题 5	(207)
6	整机生产的基本过程及质量管理	(208)
6.1	整机大批生产的组织形式	(208)
6.1.1	工业企业的生产过程和组织生产过程的基本要求	(208)
6.1.2	生产类型	(210)
6.1.3	生产过程的组织形式	(211)
6.1.4	流水线生产的组织	(213)
6.2	标准化	(216)
6.2.1	标准和标准化	(216)

6.2.2	标准的分级、分类和采用	(217)
6.2.3	标准的实施与监督	(218)
6.2.4	企业标准化工作	(219)
6.3	新产品的试制和鉴定	(220)
6.3.1	新产品开发概述	(221)
6.3.2	新产品试制的主要阶段和程序	(222)
6.4	工艺管理	(225)
6.4.1	产品结构的工艺性审查	(226)
6.4.2	工艺方案的编制	(226)
6.4.3	工艺文件的编制	(227)
6.4.4	工艺装备的设计和制造	(229)
6.4.5	日常工艺管理	(229)
6.5	产品质量检验与监督	(230)
6.5.1	产品质量检验概述	(230)
6.5.2	产品质量检验的程序	(232)
6.5.3	对产品质量检验的控制	(234)
6.5.4	不合格品的控制	(235)
6.5.5	贯彻 ISO9000 族标准和质量认证	(236)
阅读材料	数字电视	(240)
习题 6		(243)
参考文献		(244)

1 常用电子元器件

世界上一切电子产品都是由各种各样的电子元器件组成的,保证电子产品的质量及可靠性的关键是正确选择、使用好各类元器件,了解电子元器件如何分类和有哪些类型、有哪些规格,它们的主要用途以及选择、识别方法等对于从事电子行业的人员显得尤其重要。

随着改革开放以及高新技术产业的发展,计算机、手机、数码相机、MP3 等电子产品不断出现,从国外引进的上述产品品种也越来越多。在电子产品的设计、制造、维修等环节中首先要遇到电子元器件更新换代问题,特别是近年来贴片电子元器件品种的问世,给予电子产品以新的生命力。这对初学者来说也是一个新挑战。为此本章不但要介绍传统的电子元器件,同时还要介绍贴片元器件。

1.1 电阻器和电位器

1.1.1 概述

1) 电阻器的符号、作用和单位

在电路中电阻器用字母 R 和图 1.1.1 所示图形符号表示,其实物如图 1.1.2 所示。它的用途是阻碍电流的通过,其主要用作为负载、分流器、分压器,它与电容器配合作滤波器,在电源电路中作去耦电阻和稳压电源中的取样电阻及确定晶体管电路的偏置电阻等,作用是分压、分流和向电路提供必要的工作条件。电阻器的单位是欧[姆],用希腊字母 Ω 表示。工程上有时因欧姆的单位太小而用千欧(k Ω)、兆欧(M Ω)表示,它们之间的关系是:

$$1 \text{ M}\Omega = 1\,000 \text{ k}\Omega = 1\,000\,000 \Omega$$

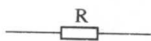


图 1.1.1 电阻器的符号

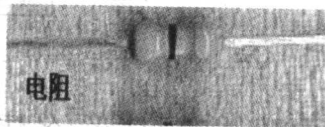


图 1.1.2 电阻器实物图

需要注意的是:在电路中有电阻器将额定功率值在图形中表示,如图 1.1.3 所示。

所谓电阻的额定功率值,指的是电阻所承受的最高电压和最大电流的乘积。每个电阻都有其额定功率值,常见电阻的额定功率一般分为 1/8 W、1/4 W、1/2 W、1 W、2 W、3 W、4 W、5 W、10 W 等。其中 1/8 W 和 1/4 W 的电阻较为常用,不过,在大电流场合,大功率的电阻也用得很普遍。图 1.1.3 为不同额定功率值的电阻在电路图上的符号。不难看出,额定功率值在 1 W 以上用罗马数字表示。

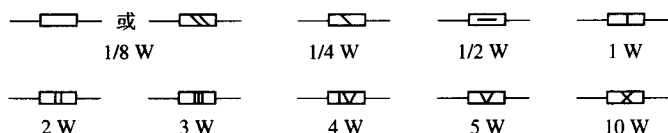


图 1.1.3 电阻额定功率值在电路图上的符号

2) 电阻器的类型

电阻器的分类也是多种多样的,通常分为三大类:固定电阻、可变电阻、特种电阻。按用途分类有:限流电阻、降压电阻、分压电阻、保护电阻、启动电阻、取样电阻、去耦电阻、信号衰减电阻等;按外形及制作材料分类有:碳膜电阻、硼碳膜电阻、硅碳膜电阻、合成膜电阻、金属膜电阻、氧化膜电阻、实心(包括有机和无机)电阻、压敏电阻、光敏电阻器、热敏电阻、水泥电阻、拉线电阻、贴片电阻等类型。

电阻器也可以按电阻体材料、用途、结构形状、引出线的不同分类,具体含义如图 1.1.4 所示。

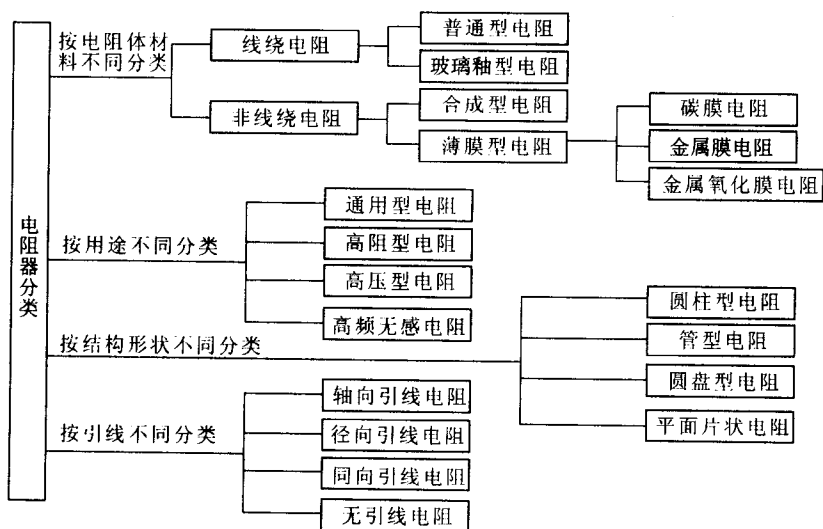


图 1.1.4 电阻器分类

1.1.2 电阻器的型号命名法、标志和参数

1) 型号命名法

根据我国国家标准规定,电阻器型号命名(见表 1.1.1)由以下四部分组成:

- (1) 第一部分用字母“R”表示电阻器主称。
- (2) 第二部分用字母表示电阻器的导电材料。
- (3) 第三部分一般用数字表示分类,个别类型用字母表示。
- (4) 第四部分用数字表示序号,以区别外形尺寸和性能指标。

表 1.1.1 国产电阻器型号命名法

第一部分：主称		第二部分：材料		第三部分：类型		第四部分：序号
符 号	含 义	符 号	含 义	符 号	含 义	含 义
R	电阻器	T	碳膜	0		用 1、2、3…表示 说明：对主称、材料、类型相同，仅尺寸性能指标有差别，但不影响互换的产品，则标同一序号，若尺寸、性能指标的差别影响互换时，则要标不同序号加以区别
		P	硼碳膜	1	普通型	
		U	硅碳膜	2	普通型	
		H	合成膜	3	超高频	
		I	玻璃釉膜	4	高阻	
		J	金属膜	5	高阻	
		Y	氧化膜	6		
		S	实心有机	7	精密型	
		N	实心无机	8	精密型	
		X	线绕	9	特殊型	
		C	沉积型	G	高功率	
		M	压敏			
		G	光敏			
			热 敏	B	温度补偿用	
				C	温度测量用	
				G	功率测量用	
		R		P	旁热式	
				W	稳压用	
				Z	正温度系数	

2) 电阻器的电阻值和标志

阻值标称方法以最为常见的贴片电阻为例(其他的电阻标称方法同样),贴片电阻的标称方法有数字法和色环法两种。

(1) 数字法 通常在电阻上标注有三个数字 XXX,前两个数字依次是十位和个位,最后的那个数字是 10 的 X 次方,这个电阻的具体阻值就是前两个数组成的两位数乘上 10 的 X 次方欧,如标有 104 的电阻器的阻值就是 $100\,000\,\Omega$ (即 $100\,\text{k}\Omega$)、标有 473 的电阻器的阻值就是 $47\,000\,\Omega$ (即 $47\,\text{k}\Omega$)。

(2) 色环法 电阻器元件越做越小,直接标注的标记难以看清。因此,国际上惯用“色环标注法”。事实上,“色环电阻”占据着电阻器元件的主流地位。“色环电阻”顾名思义,就是在电阻器上用不同颜色的环来表示电阻的规格。

色环法是在所有电阻标称法中最普遍的(贴片外形的相对较少),有的是用 4 个色环,也有用 5 个色环表示。四色环电阻一般是碳膜电阻。五色环电阻一般是金属膜电阻。

四色环电阻常见的色环通常有 4 个环,把金色或银色环定为最后的一环,前 3 个环的颜色都对应着相应的数字,知道数字后就用上面说的数字法读其阻值。黑、棕、红、橙、黄、绿、蓝、

紫、灰、白分别对应着 0、1、2、3、4、5、6、7、8、9,金色和银色分别表示 10^{-1} 和 10^{-2} 。这两色在四环电阻中只是标明误差值而已,故只要了解就行了。

例如:标有棕、黑、黄、银色环的电阻器的阻值是 $100\,000\,\Omega$ (即 $100\,\text{k}\Omega$),标有黄、紫、橙、金色环的电阻器的阻值是 $47\,000\,\Omega$ (即 $47\,\text{k}\Omega$)。

五色环电阻都是一些阻值相对较小、精度相对较高的电阻器。它是以金色或银色为倒数第二个环,前三个色环分别是百位、十位、个位,最后一个色环是误差值,这样的电阻器的具体阻值就是前三个色环代表的三个数组成的三位数乘上 10 的负 1 次方或负 2 次方欧,如标有红、紫、绿、银、棕色环的电阻器的阻值是 $1.75\,\Omega$ 。

色环电阻的阻值表示法及标志法如图 1.1.5 所示,各颜色表示的含义见表 1.1.2 和表 1.1.3 所示。

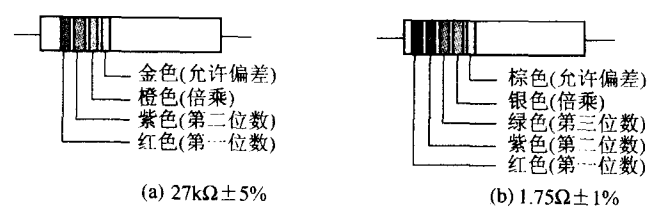


图 1.1.5 用色标法表示的电阻值

表 1.1.2 四环电阻的标志法

颜色	第一位数字 (第一色环)	第二位数字 (第二色环)	乘数 (第三色环)	误差范围 (第四色环)
黑色	—	0	$\times 10^0$	—
棕色	1	1	$\times 10^1$	—
红色	2	2	$\times 10^2$	—
橙色	3	3	$\times 10^3$	—
黄色	4	4	$\times 10^4$	—
绿色	5	5	$\times 10^5$	—
蓝色	6	6	$\times 10^6$	—
紫色	7	7	$\times 10^7$	—
灰色	8	8	$\times 10^8$	—
白色	9	9	$\times 10^9$	—
金色	—	—	$\times 10^{-1}$	±5%
银色	—	—	$\times 10^{-2}$	±10%

表 1.1.3 五色环电阻的标志法

颜色	第一位数字 (第一色环)	第二位数字 (第二色环)	第三位数字 (第三色环)	乘数 (第四色环)	误差范围 (第五色环)
黑色	—	0	0	$\times 10^0$	—
棕色	1	1	1	$\times 10^1$	±1%
红色	2	2	2	$\times 10^2$	±2%
橙色	3	3	3	$\times 10^3$	—
黄色	4	4	4	$\times 10^4$	—
绿色	5	5	5	$\times 10^5$	±5%

续表 1.1.3

颜色	第一位数字 (第一色环)	第二位数字 (第二色环)	第三位数字 (第三色环)	乘数 (第四色环)	误差范围 (第五色环)
蓝色	6	6	6	$\times 10^6$	$\pm 0.25\%$
紫色	7	7	7	$\times 10^7$	$\pm 0.1\%$
灰色	8	8	8	$\times 10^8$	—
白色	9	9	9	$\times 10^9$	—
金色	—	—	—	$\times 10^{-1}$	—
银色	—	—	—	$\times 10^{-2}$	—

3) 电阻器的参数

(1) 标称阻值和允许偏差 标称阻值是电阻体表面上标志的电阻值,其单位为欧[姆](Ω)(对热敏电阻器则是 25°C 时的阻值)。一个电阻器的实际阻值不可能绝对等于标称阻值,总有一定的偏差值,两者之间的偏差允许范围称为允许偏差。

(2) 额定功率 电阻器在直流或交流电路中,在一定大气压力下($87\sim 107\text{ kPa}$)和产品标准中规定的温度($-55\sim 125^\circ\text{C}$)下,长期连续工作所允许承受的最大功率称为额定功率。在该功率限度下,电阻器可以正常工作,超过额定功率,电阻器可能被烧坏。

(3) 温度系数 电阻器的温度系数是表示电阻器热稳定性随温度变化的物理量。温度系数用 α_T 表示,它表示温度每升高 1°C ,电阻值的相对变化量。

$$\alpha_T = R_T - \frac{R_0}{R_0} (T - T_0) \times 10^{-6}$$

式中: R_T ——环境温度为 T 时的阻值;

R_0 ——参考温度为 T_0 时的阻值。

(4) 最大工作电压 电阻器的最大工作电压是指电阻器长期工作不发生过热或电击穿损坏等现象时的电压。

1.1.3 常见电阻器及其应用

1) 碳膜电阻器

碳膜电阻器是将通过真空高温热分解的结晶碳沉积在柱形或管形的陶瓷骨架上制成的。用控制碳膜的厚度和刻槽来控制电阻值。碳膜电阻器的外形和结构如图 1.1.6 所示。

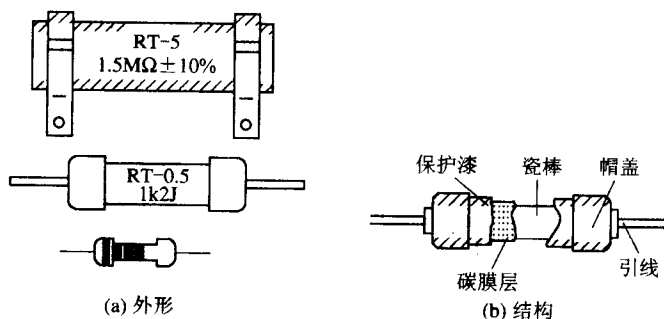


图 1.1.6 碳膜电阻器

碳膜电阻器有良好的稳定性,负温度系数小,高频特性好,受电压和频率影响较小,噪声电动势较小,脉冲负荷稳定,阻值范围宽,制作工艺简单,生产成本低,所以非常广泛地应用在各

种电子产品中。

2) 金属膜电阻器

金属膜电阻器是将金属或合金材料用真空加热蒸发在瓷基体上形成一层薄膜而制成的,也有采用高温分解、化学沉积和烧渗等方法制成的,外形和结构如图 1.1.7 所示。

金属膜电阻器稳定性和耐热性能好,温度系数小,工作频率范围大,噪声电动势很小,常在高频电路中使用。

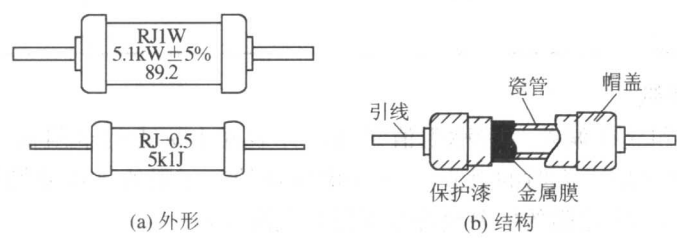


图 1.1.7 金属膜电阻器

3) 金属氧化膜电阻器

金属氧化膜电阻器是用锡和锑等金属盐溶液(四氯化锡和三氧化锑)喷雾到约为 550℃ 的加热炉内的炽热陶瓷骨架表面上,沉积后而制成的。这种电阻器的导电膜层均匀,膜与骨架基体结合牢固,有些性能优于金属膜电阻器。金属氧化膜电阻器外形如图 1.1.8 所示。普通金属氧化膜电阻器的外形与金属膜电阻器基本相同,其结构多为圆柱形并为轴向式引出线。

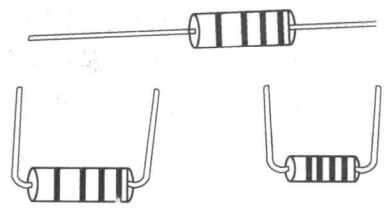


图 1.1.8 金属氧化膜电阻器

金属氧化膜电阻器比金属膜电阻器抗氧化能力强,抗酸、抗盐的能力强,耐热性能好。

金属氧化膜电阻器的缺点是由于材料的特性和膜层厚度的限制,阻值范围小,其阻值范围为 1 Ω~200 kΩ;额定功率为 1/8~10 W;25 W~50 kW。

4) 合成碳膜电阻器

合成碳膜电阻器是将炭黑、填料和有机粘合剂配成悬浮液,涂复在绝缘骨架上,经加热聚合而成。它的阻值范围高,可以达到 10~10⁶ MΩ;额定功率为 1/4~5 W;最高工作电压为 35 kV。其缺点是抗湿性差,电压稳定性低,频率特性不好,噪声大。这种电阻器不适合用于通用电阻器。这种电阻器主要适用于高压和高阻用电阻器,并常用玻璃壳封装,制成真空兆欧电阻器,用于微电流测试。它的外形如图 1.1.9 所示。

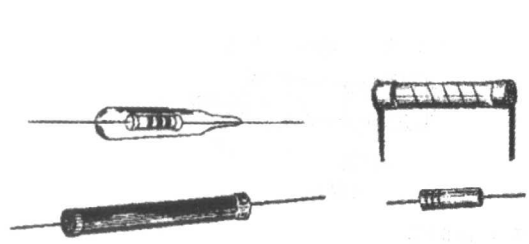


图 1.1.9 合成碳膜电阻器

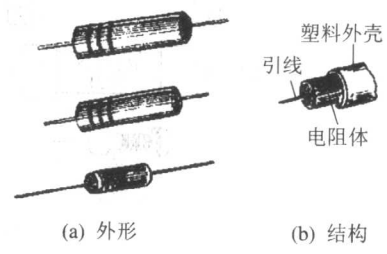


图 1.1.10 有机合成实心电阻器

5) 有机合成实心电阻器

有机合成实心电阻器是将炭黑、石墨等导电物质和填料与有机粘合剂混合成粉料,经专用设备热压后装入塑料壳内制成的。实心电阻器的引线压塑在电阻体内,一种是无端帽的电阻器,另一种是有端帽并把端帽作为电极的电阻器。有机实心电阻器外形和结构如图 1.1.10 所示。

这种电阻器机械强度高,可靠性好,具有较强的过负荷能力;体积小,价格低廉;固有噪声大,分布参数较大,电压和温度稳定性差;阻值范围 $4.7\ \Omega\sim 22\ \text{M}\Omega$;工作电压为 $250\sim 500\ \text{V}$;额定功率为 $1/4\sim 2\ \text{W}$ 。这种电阻器不适合用于要求较高的电器电路中。目前常见的有机合成实心电阻器有 RS11 型和 RS 型。RS 型有机实心电阻器常用于汽车仪表(机油压力表)上。

6) 玻璃釉电阻器

玻璃釉电阻器是由金属银、铑、钨等金属氧化物和玻璃釉粘合剂混合成浆料,涂复在陶瓷骨架体上,经高温烧结而成。目前多用氧化钨和玻璃釉粘合剂制成电阻器。金属玻璃釉电阻器有普通型和精密型。玻璃釉电阻器的外形和结构如图 1.1.11 所示。

这种电阻器耐高温,耐湿性好,稳定性好,噪声小,温度系数小,阻值范围大,阻值范围为 $4.7\ \Omega\sim 200\ \text{M}\Omega$;额定功率有 $1/8\ \text{W}$ 、 $1/4\ \text{W}$ 、 $1/2\ \text{W}$ 、 $1\ \text{W}$ 、 $2\ \text{W}$,大功率有 $500\ \text{W}$;最高电压为 $15\ \text{kV}$ 。该电阻器属于厚膜电阻器,有较好的发展前景。小型玻璃釉电阻器可用于电子手表中,其阻值范围为 $4.7\ \Omega\sim 10\ \text{M}\Omega$;使用环境温度为 $-55\sim 125^\circ\text{C}$,额定温度可达 85°C ;额定功率为 $1/8\ \text{W}$ 。

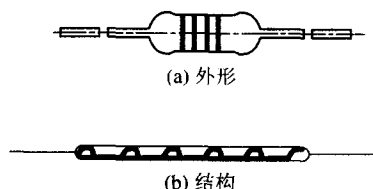


图 1.1.11 玻璃釉电阻器

7) 线绕电阻器

线绕电阻器是用高比电阻材料康铜、锰铜或镍铬合金丝缠绕在陶瓷骨架上制作而成的电阻器。这种电阻器有的表面被覆一层玻璃釉,常称作玻璃釉线绕电阻器;有的表面被覆一层保护有机漆或清漆,称为涂漆线绕电阻器;还有的是由没有保护的裸线绕制的,称作裸式线绕电阻器。表面涂敷保护层的线绕电阻器,除了对电阻器起保护作用外,也有利于在工作环境条件变化时保持其阻值的稳定性。线绕电阻器外形如图 1.1.12 所示。

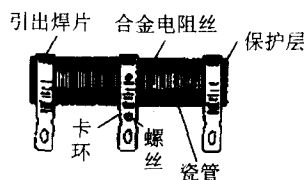


图 1.1.12 线绕电阻器

线绕电阻器的噪声小,甚至无电流噪声;温度系数小,热稳定性好,耐高温,工作温度可达到 315°C ;功率大,能承受大功率负荷;阻值范围为 $0.1\ \Omega\sim 5\ \text{M}\Omega$;额定功率 $1/8\sim 500\ \text{W}$ 。缺点是高频性能差。

1.1.4 特种电阻器及其应用

1) 光敏电阻器

光敏电阻器是在陶瓷基座上沉积一层硫化镉(GeS)膜后制成的,实际上也是一种半导体元件。电阻值随入射光线的强弱发生变化,当光线照射增强时,它的阻值会明显减小,降到几千欧甚至 $1\ \text{k}\Omega$ 以下;当光线照射减弱时,它的阻值会显著增大,阻值可达几兆欧以上(万用表指示电阻为无穷大,即指针不动)。

(1) 光敏电阻器的种类 由所用半导体材料不同分为单晶光敏和多晶光敏电阻器。根据光敏电阻器的光谱特性,又可分为红外光光敏电阻器,可见光光敏电阻器及紫外光光敏电