



面向21世纪

高职高专系列教材

电子工艺实训教程

机械工业出版社

面向21世纪

高职高专系列教材

电子工艺 实训教程

◎孙惠康 主编

◎周卫华 审



面向 21 世纪高职高专系列教材

电子工艺实训教程

孙惠康 主编

周卫华 审



机械工业出版社

本书是为高职高专电子类专业编写的工艺基础教材。书中以无线电整机生产的基本工艺、基本技能为重点,并辅以必要的理论分析。其内容包括:常用电子元器件的认识、常用材料、焊接工艺、电子装配工艺、调试工艺基础、整机装配实例等。

本书的特点是:①体现一个“新”字。在第1章中,介绍了激光元器件,环形、R型变压器等;在第3章中介绍了SMT技术,红外、激光、超声、电子束、组焊射流法焊接等;第5章中对数字化彩电的调试工艺等作了一定的介绍。②运用音像技术录制了现代化企业运用自动插件、波峰焊接、SMT技术、自动检测等新工艺、新技术进行生产的全过程,达到形象、生动、直观的教学效果。③以集成电路AM/FM收音机典型产品为例,配以全套工艺文件,以培养学生独立执行工艺文件参加生产的能力。

本书也可作为中专电子类、机电类工艺教学用书。

图书在版编目(CIP)数据

电子工艺实训教程/孙惠康主编. —北京:机械工业出版社, 2001.7

面向21世纪高职高专系列教材

ISBN 7-111-08302-4

I. 电... II. 孙... III. 电子技术—高等学校:技术学校—教材

IV. TN

中国版本图书馆CIP数据核字(2001)第037355号

机械工业出版社(北京市百万庄大街22号 邮政编码100037)

策 划:胡毓坚

责任编辑:许志华

责任印制:付方敏

北京市密云县印刷厂印刷·新华书店北京发行所发行

2001年9月第2版·第1次印刷

1000mm×1400mm B5·5.625印张·253千字

5001—9000册

定价:17.00元

凡购本图书,如有缺页、倒页、脱页,由本社发行部调换

本社购书热线电话:(010) 68993821、68326677-2527

出版说明

积极发展高职高专教育,完善职业教育体系,是我国职业教育改革和发展的一项重要任务。为了深化职业教育的改革,推进高职高专教育的发展,培养 21 世纪与我国现代化建设要求相适应的,并在生产、管理、服务第一线从事技术应用、经营管理、高新技术设备运作的高级职业技术应用型人才,尽快组织一批适应高职高专教学特色的教材,已成为各高职高专院校的迫切要求。为此,机械工业出版社与高职高专计算机专业、电子技术专业和机电专业教材编委会联合组织了全国 40 多所院校的骨干教师,共同研究开发了一批计算机专业、电子技术专业和机电专业的高职高专系列教材。

各编委会确立了“根据高职高专学生的培养目标,强化实践能力和创新意识的培养,反映现代职业教育思想、教育方法和教育手段,造就技术实用型人才为立足点”的编写原则。力求使教材体现“定位准确、注重能力、内容创新、结构合理和叙述通俗”的编写特色。

本套系列教材是由高职高专计算机专业、电子技术专业、机电专业教材编委会分别会同各院校第一线专业教师针对高职高专计算机、电子技术和机电各专业的教学现状和教材存在的问题开展研讨,尤其针对目前高职高专教学改革的新情况,分别拟定各专业的课程设置计划和教材选题计划。在教材的编制中,将教学改革力度比较大、内容新颖、有创新精神、比较适合教学、需要修编的教材以及院校急需、适合社会经济发展的新选题优先列入选题规划。在广泛征集意见及充分讨论的基础上,由各编委会确定每个选题的编写大纲和编审人员,实行主编负责制,编委会通过责任编委和主审对教材进行质量监控。

担任本套教材编写的老师们都是来自各高职高专院校教育第一线的教师,他们以高度的责任感和使命感,经过近一年的努力,终于将本套教材呈现在广大读者面前。由于高职高专教育还处于起步阶段,加上我们的水平和经验有限,在教材的选题和编审中可能出现这样那样的问题,希望使用这套教材的教师和学生提出宝贵的意见和建议,以利我们今后不断改进,为我国的高职高专教育事业的繁荣而共同努力。

高职高专系列教材编委会
机械工业出版社

面向 21 世纪高职高专 电子技术专业系列教材编委会成员名单

顾问	王文斌	陈瑞藻	李 奇	杨 杰
主任委员	曹建林			
副主任委员	穆天保	张中洲	张福强	巩志强 董维佳
	祖 炬	华永平	任德齐	
委员	张锡平	刘美玲	杨元挺	刘 涛 马 彪
	华天京	冯满顺	周卫华	崔金辉 曹 毅
	朱华贵	孙吉云	孙津平	吴元凯 孙心义
	张红斌	饶庆和	苟爱梅	
秘书长	胡毓坚			
副秘书长	邓 红			

前 言

——暨电子工艺实训教学模式探讨

工艺,故名思义就是工作的艺术、生产的艺术。先进的工艺是提高生产效率的关键因素,严格执行工艺规范,是保证产品质量的必要条件。现在科学技术和生产的飞跃发展,使工艺成为独立的一门科学,在生产和科研领域里处处离不开工艺。因此,现代企业对职业人才的要求也发生了深刻的变化,具有全面的、适应性强的、熟练的高级工艺技术、技能的职业人才将更会受到各类企业的欢迎。这一切充分说明了发展工科类高等职业技术教育的必要性和必然趋势,也决定了工科类高等职业技术教育的任务和培养目标。

本书是为高职高专电子类专业编写的工艺基础教材。通过不断的实践来提高学生的工艺、技能的综合应用能力是本课程教学的主要手段,因此实训教学模式的探讨成了达到本课程教学目的,提高教学效果的关键问题。编者从事电子工艺实训教学十余年,初步摸索出一套“以小型电子作品为轴心,以工艺、技能为重点,灵活多样的教学方法”的电子工艺实训教学模式(以下简称“新模式”)。“新模式”包括三个方面的内容:

(1)实训教师队伍的建设 “新模式”教学需配备“能文能武”的专职实训教师,建立独立的教研组织,设立主、副主任课老师制,副主任课老师由理论教师轮换,有利于开展实训教学研究,有利于“双师型”教师队伍的建设。

(2)实训教学的组织形式 传统职教的实习模式是以产品为中心,集中时间“单课独进”“学徒式”的组织形式,往往忽视了学生的能力差异。“新模式”采用与一般学科同样的组织形式,独立设课,每周安排一定学时,这样有利于教师“因材施教”,利用课余时间对能力差的学生加强个别辅导,缩短学生之间的差距,有利于达到实训教学的目标,使学生都能通过国家职业技能鉴定标准。

(3)实训教学的内容安排 以小型电子产品为轴心,是“新模式”的核心,灵活多样的教学方法是“新模式”的手段。基本工艺、基本技能训练有时是很单调、枯燥的,“新模式”要求采用多种形式的训练方法,即便是同一内容,也要不断变换花样,使学生始终能有一种新鲜感,这样有利于调动积极因素、有利于提高训练效果。

本书由孙惠康主编并统稿,周卫华主审,第1章、第5章由陈用刚编写,第2章、第4章由孙学耕编写,第3章、第6章由孙惠康编写,韩国一担任音像编辑。

实训课讲授的内容约需70学时,建议采取这样的安排:第1章18学时,第2章6学时,第3章14学时,第4章14学时,第5章10学时,第6章8学时。如果职业技能鉴定等级目标为初级,实训与讲授时间可定为2:1;如果鉴定目标为中级,则实训与讲授时间可定为3:1。

由于编者水平和经验不足,书中必然存在不少缺点和错误,敬请读者批评和指正。

编者

目 录

出版说明

前 言

第1章 常用电子元器件 1

1.1 电阻器与电位器 1

1.1.1 电阻器与电位器的作用及 单位 1

1.1.2 固定电阻器、电位器、敏感 电阻的命名方法 2

1.1.3 电阻器参数 3

1.1.4 常见电阻器 5

1.1.5 电位器 6

1.1.6 电阻器参数在工艺文件上 的填写方法 8

1.1.7 固定电阻、电位器、敏感电 阻的性能检测 8

1.2 电容器 9

1.2.1 常见电容器外形和电路符 号以及单位 9

1.2.2 电容器性能参数 10

1.2.3 常见的几种电容器的特点 11

1.2.4 电容器的合理选用 13

1.2.5 电容器的质量判别 13

1.3 电感器和变压器 14

1.3.1 电感器 14

1.3.2 变压器 16

1.4 半导体器件 19

1.4.1 半导体器件命名 19

1.4.2 二极管 20

1.4.3 三极管 22

1.4.4 场效应管 26

1.4.5 晶闸管 26

1.4.6 单结管 27

1.5 电声器件 29

1.5.1 传声器 29

1.5.2 扬声器 31

1.6 开关、继电器 33

1.6.1 开关 33

1.6.2 继电器 35

1.7 习题 37

第2章 常用材料 39

2.1 线材 39

2.1.1 常用线材的种类 39

2.1.2 常用线材的使用条件 40

2.2 绝缘材料 41

2.2.1 常用绝缘材料的性质 42

2.2.2 常用塑料 43

2.3 磁性材料 44

2.3.1 软磁材料 44

2.3.2 硬磁材料 44

2.4 印制电路板 46

2.4.1 印制电路板的特点 46

2.4.2 印制电路板的分类 46

2.4.3 对印制导线的要求 47

2.4.4 电路中各种元器件的安排 47

2.4.5 印制电路板的简易制作 48

2.5 习题 50

第3章 焊接工艺 51

3.1 焊接的基础知识 51

3.1.1 概述 51

3.1.2 锡焊的机理 51

3.1.3 锡焊的工艺要素 52

3.1.4 焊点的质量要求 53

3.2 焊接工具与材料 54

3.2.1 电烙铁 54

3.2.2 焊料 56

3.2.3 助焊剂 58

3.2.4 阻焊剂	59	4.1.1 元器件加工	114
3.3 手工焊接工艺	59	4.4.2 印制电路板装配工艺	116
3.3.1 焊接准备	60	4.4.3 印制电路板组装工艺流程	118
3.3.2 手工焊接的步骤	61	4.5 连接工艺和整机总装工艺	120
3.3.3 手工焊接的分类	62	4.5.1 连接工艺	120
3.3.4 印制电路板的手工焊接	63	4.5.2 整机总装	123
3.3.5 焊接缺陷分析	65	4.6 整机总装质量的检验	125
3.3.6 焊接后的清洗	66	4.6.1 外观检查	125
3.3.7 拆焊技术	67	4.6.2 装联正确性检查	125
3.4 浸焊与波峰焊	69	4.6.3 出厂试验和型式试验	125
3.4.1 浸焊	69	4.7 习题	126
3.4.2 波峰焊	70	第5章 调试工艺基础	127
3.4.3 组焊射流法	74	5.1 调试工艺过程	127
3.5 表面安装技术	75	5.1.1 研制阶段调试	127
3.5.1 表面安装技术	75	5.1.2 调试工艺方案设计	127
3.5.2 表面安装技术工艺流程	76	5.1.3 生产阶段调试	128
3.5.3 几种 SMT 工艺简介	78	5.2 静态测试与调整	129
3.6 无锡焊接技术	79	5.2.1 静态测试内容	129
3.6.1 接触焊接	79	5.2.2 电路调整方法	130
3.6.2 熔焊	81	5.3 动态测试与调整	131
3.7 习题	83	5.3.1 测试电路动态工作电压	131
第4章 电子装配工艺	84	5.3.2 测量电路重要波形及其幅度和频率	131
4.1 工艺文件	84	5.3.3 频率特性的测试与调整	133
4.1.1 工艺管理工作	84	5.4 整机性能测试与调整	133
4.1.2 工艺文件的编制方法	89	5.4.1 一般的整机调试	133
4.1.3 工艺文件格式填写方法	90	5.4.2 I ² C 总线的整机调试技术	135
4.2 装配准备工艺	92	5.5 习题	137
4.2.1 绝缘导线的加工	92	第6章 整机装配实例	
4.2.2 加工整机的“线扎”	96	——集成电路 AM/FM 收音机整机装配	138
4.2.3 屏蔽导线端头的加工	99	6.1 电原理分析	138
4.2.4 电缆加工	101	6.1.1 CXA1019 集成电路介绍	138
4.3 电子设备组装工艺	103	6.1.2 本机电原理分析	138
4.3.1 电子设备组装的内容和方法	103	6.2 收音机整机装配	140
4.3.2 组装工艺技术的发展	105	6.2.1 元器件检验	140
4.3.3 整机装配工艺过程	106	6.2.2 执行工艺文件,完成整机装配	140
4.3.4 电子元器件的布局	108		
4.4 印制电路板的插装	114		

6.3 收音机调试工艺	167	6.4 习题	168
6.3.1 调试用设备	167	附录 电子系列小制作目录	169
6.3.2 调试项目及方法	167		

第 1 章 常用电子元器件

电阻器、电容器、电感器、半导体器件、电声器件、开关、继电器等都是整机电路常用的元器件。学习和掌握常用元器件的性能、用途、质量判别方法,对提高电子设备的装配质量及可靠性将起到重要的保证作用。

1.1 电阻器与电位器

1.1.1 电阻器与电位器的作用及单位

固定电阻器是用电阻率较大的材料制成的,它在电路中起限流、分压、耦合、负载等作用。电位器即可调电阻器,在电路中常用来调节各种电压或信号的大小。电阻器的单位为:欧姆(Ω),千欧($k\Omega$),兆欧($M\Omega$),吉欧($G\Omega$), $1G\Omega = 10^3 M\Omega = 10^6 k\Omega = 10^9 \Omega$ 。各种电阻器、电位器的图形和符号如图 1-1 所示。

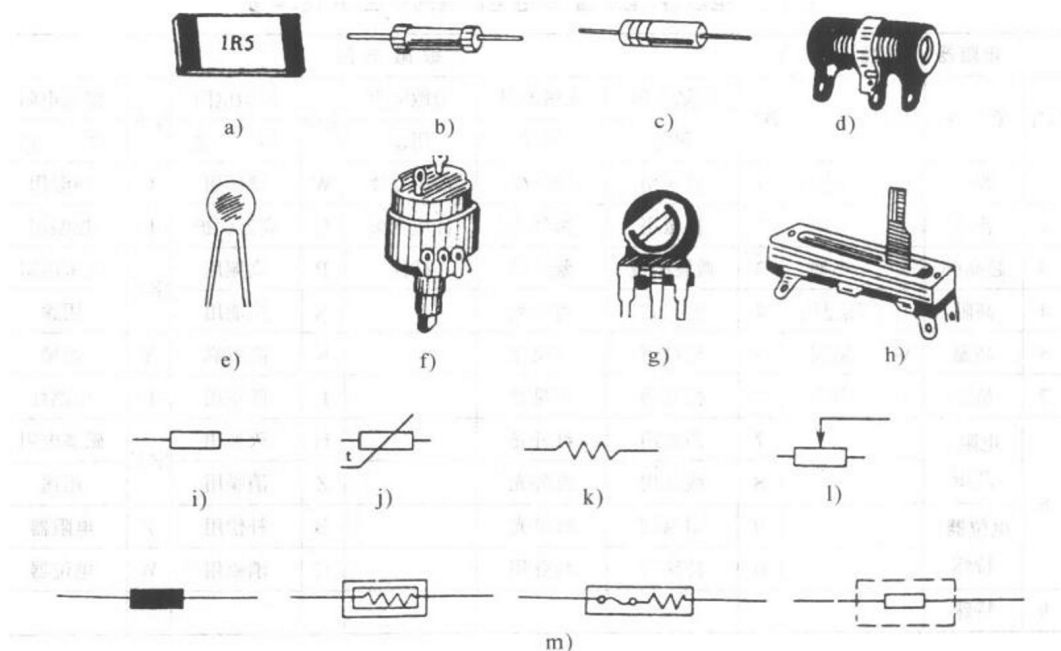


图 1-1 各种电阻器、电位器的图形和符号

- a)片状电阻 b)金属膜电阻器 c)碳膜电阻器 d)线绕电阻器 e)热敏电阻器
f)带开关电位器 g)微调电位器 h)直滑式电位器 i)固定电阻 j)热敏电阻
k)固定电阻 l)可变电阻(电位器) m)常见熔断电阻器

1.1.2 固定电阻器、电位器、敏感电阻的命名方法

固定电阻器、电位器、敏感电阻的命名方法主要由五个部分组成:第一部分用字母表示产品的主称,R——电阻器,W——电位器,M——敏感电阻器;第二部分用字母表示产品的材料或类别,如表 1-1 所示;第三部分用数字或字母表示电阻器、电位器、敏感电阻器的特性、用途、类别,如表 1-2 所示,第四部分用数字表示生产序号;第五部分用字母表示同一序号但性能又有一定差异的产品区别代号。

表 1-1 固定电阻器、电位器、敏感电阻的材料或类别

电阻器 电位器				敏 感 电 阻			
字母	材 料	字母	材 料	字母	材 料	字母	材 料
T	碳膜	Y	氧化膜	Z	正温度系数 热敏材料	S	湿敏材料
H	合成膜	C	沉积膜			Q	气敏材料
S	有机实芯	I	玻璃釉膜	F	负温度系数 热敏材料	G	光敏材料
N	无机实芯	X	线绕			C	磁敏材料
J	金属膜			Y	压敏材料		

表 1-2 电阻器、电位器、敏感电阻器的特性、用途、类别

电阻器 电位器				敏 感 电 阻							
数字	意 义	数字	意 义	数字	热敏电阻	光敏电阻	力敏电阻	字母	压敏电阻	字母	湿敏电阻
					用途	用途	用途		用 途		用 途
1	普通	G	高功率	1	普通用	紫外光	硅应变片	W	稳压用	C	测湿用
2	普通	T	可调	2	稳压用	紫外光	硅应变梁	G	高压保护	K	控温用
3	超高频	X	小型	3	微波测量	紫外光	硅柱	P	高频用	字母	气敏电阻
4	高阻	L	测量用	4	旁热式	可见光		N	高能用		用途
5	高温	W	微调	5	测量用	可见光		K	高可靠	Y	烟敏
7	精密	D	多圈	6	控温用	可见光		L	防雷用	K	可燃性
8	电阻:			7	消磁用	红外光		H	灭弧用	字母	磁敏电阻
	高压			8	线性用	红外光		Z	消噪用		用途
	电位器:			9	恒温用	红外光		B	补偿用	Z	电阻器
	特殊			0	特殊用	特殊用		C	消磁用	W	电位器
9	特殊										

【例 1-1】 RJ21 “R”表示主称为电阻,“J”表示材料为金属膜,“2”表示分类为普通,“1”表示序号。

【例 1-2】 WSW1A 第一个“W”表示主称为电位器,“S”表示材料为有机实芯,第二个“W”表示分类为微调,“1”表示序号,“A”表示区别代号。

【例 1-3】 MF41 “M”表示主称为敏感电阻,“F”表示材料为负温度系数热敏材料,

“4”表示分类为旁热式,“1”表示序号。

1.1.3 电阻器参数

1. 标称值和允许偏差

一般电阻器标称值系列如表 1-3 所示,表中所有数值都可以乘以 10^n ,单位为 Ω , n 为整数。该表也适用电位器、电容器标称值系列,在表示电容容量标称值系列时的单位为 pF。

表 1-3 电阻器、电容器标称值系列

系 列	偏 差	标 称 值
E24	Ⅰ级 $\pm 5\%$	1.0, 1.1, 1.2, 1.3, 1.5, 1.6, 1.8, 2.0, 2.2, 2.4, 2.7, 3.0,
		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	Ⅱ级 $\pm 10\%$	1.0, 1.2, 1.5, 1.8, 2.2, 2.7, 3.3, 3.9, 4.7, 5.6, 6.8, 8.2
E6	Ⅲ级 $\pm 20\%$	1.0, 1.5, 2.2, 3.3, 4.7, 6.8

电阻器的标称值和偏差一般都以各种方法标记在电阻体上,其标记方法有以下几种:

(1)直标法 用具体数字、单位或偏差符号直接把阻值和偏差标记在电阻体上,如图 1-2 a 所示,一般用“Ⅰ”表示 $\pm 5\%$,”Ⅱ”表示 $\pm 10\%$,”Ⅲ”表示 $\pm 20\%$ 。

(2)文字符号法 将标称阻值及允许偏差用文字和数字有规律的组合来表示,如图 1-2 b 所示。例如,2R2K 表示 $(2.2 \pm 0.22)\Omega$,R33J 表示 $(0.33 \pm 0.165)\Omega$,1K5M 表示 $(1.5 \pm 0.3)\text{k}\Omega$,末尾字母表示为偏差。一般常用字母来表示偏差,允许偏差的文字符号表示如表 1-4 所示,不标记的表示偏差未定。

(3)数码表示法 如图 1-2 c 所示,例如,103K,“10”表示 2 位有效数字,“3”表示倍乘 10^3 ,”K”表示偏差 $\pm 10\%$,即阻值为 $10 \times 10^3\Omega = 10\text{k}\Omega$ 。又如 222J,表示阻值为 $22 \times 10^2\Omega = 2.2\text{k}\Omega$,”J”表示偏差 $\pm 5\%$,偏差表示方法与文字符号法相同。 10Ω 以下的小数点也与文字符号法相同,用 R 表示,例如 2.2Ω ,也用 2R2 表示。

表 1-4 允许偏差的文字符号表示

	W	B	C	D	F	G	J	K	M	N	R	S	Z
偏差 (%)	± 0.05	± 0.1	± 0.2	± 0.5	± 1	± 2	± 5	± 10	± 20	± 30	+100 -10	+50 -20	+80 -20

(4)色标法 用不同颜色表示电阻数值和偏差或其它参数时的色标符号规定,如表 1-5 所示。该表也适合于用色标法表示电容、电感的数值和偏差,它们的单位分别是:用于电阻时为 Ω ,用于电容时为 pF,用于电感时为 μH ,表示额定电压时只限于电容。

表 1-5 色标符号规定

	银	金	黑	棕	红	橙	黄	绿	蓝	紫	灰	白	
有效数字	/	/	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	/
乘数	10^{-2}	10^{-1}	10^0	10^1	10^2	10^3	10^4	10^5	10^6	10^7	10^8	10^9	/
偏差(%)	± 10	± 5	/	± 1	± 2	/	/	± 0.5	± 0.25	± 0.1	/	+50 -20	± 20
额定电压/V	/	/	4	6.3	10	16	25	32	40	50	63	/	/

用色标法表示电阻数值和偏差如图 1-2d、e 所示。普通电阻常用 2 位有效数字表示,精密电阻常用 3 位有效数字表示。图 1-2d 所示的阻值为 $27 \times 10^3 \Omega = 27\text{k}\Omega$, 偏差 $\pm 5\%$, 图 1-2e 所示的阻值为 $332 \times 10^2 \Omega = 33.2\text{k}\Omega$, 偏差 $\pm 1\%$ 。

第一色环即第一位数值识别方法:第一色环一般是靠最左边,偏差色环常稍远离前面几个色环。还有金、银色环不可能是第一色环,若色环完全是均匀分布且又没有金银色环时,只能通过用万用表测试来帮助判断。若色环颜色分不清楚时,也可利用电阻标称值系列来帮助判断,这样可大大减少颜色可选择种类。例如电阻,蓝□红金从表 1-3 可知,其中□颜色只有两个选择,即红色或灰色,而这两种颜色则较容易区分。

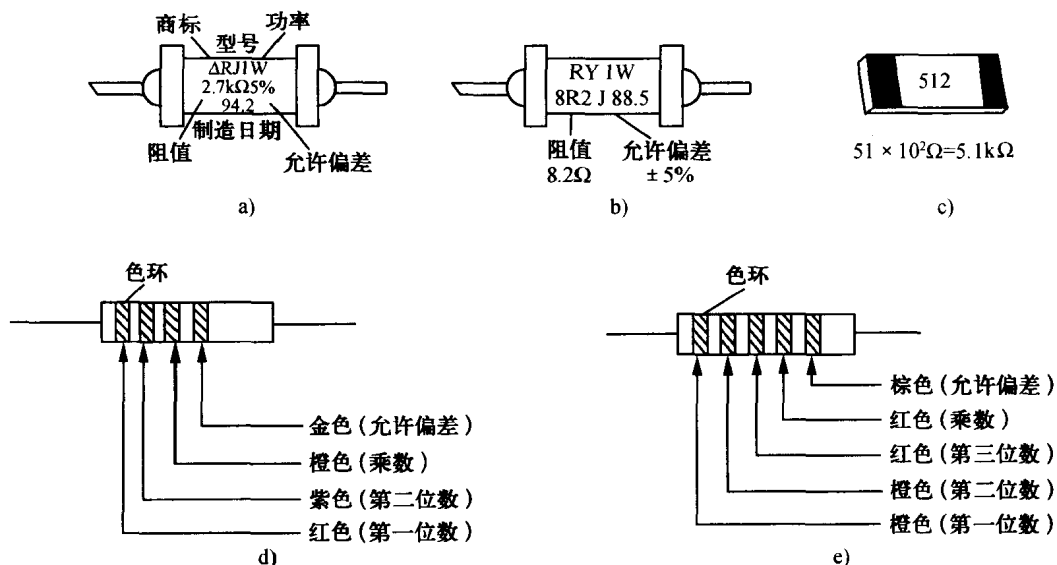


图 1-2 电阻器标称值表示方法

a) 直标法 b) 文字符号法 c) 数码表示法 d) 二位有效数字色标法 e) 三位有效数字色标法

2. 电阻器额定功率

电阻器额定功率是指在正常条件下,电阻器长期连续工作并满足规定的性能要求时,所允许消耗的最大功率。电阻器额定功率系列如表 1-6 所示。

表 1-6 电阻器额定功率系列

(单位:W)

非线绕电阻	0.05,	0.125,	0.25,	0.5,	1,	2,	5,	10,	25,	50,	100						
线绕电阻	0.125,	0.25,	0.5,	1,	2,	4,	8,	10,	16,	25,	40,	50,	75,	100,	150,	250,	500

额定功率 2W 以下的电阻一般不在电阻器上标出,额定功率 2W 以上的电阻才在电阻器上用数字标出,而在线路图上的电阻符号没有特别标记,则一般指额定功率 0.125W 的电阻,电阻器额定功率符号如图 1-3 所示,大于额定功率 1W 的电阻都直接标出。

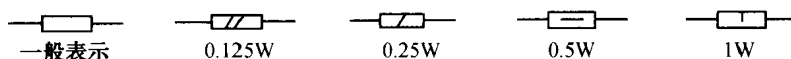


图 1-3 电阻器额定功率符号

3. 电阻器其它性能参数

电阻器其它性能参数,如温度系数、噪声系数等,与其所用的材料有关,一般不在电阻器上标明。

1.1.4 常见电阻器

(1) 碳膜电阻(型号 RT)的特点 阻值范围在 $1\Omega \sim 10M\Omega$ 之间,各项性能参数都一般,但其价格低廉,广泛用于各种电子产品中。

(2) 金属膜电阻(型号 RJ)的特点 阻值范围在 $1\Omega \sim 10M\Omega$ 之间,温度系数小,稳定性好,噪声低,同功率下与碳膜电阻相比,体积较小,但价格稍贵,常用于要求低噪、高稳定性的电路中。

(3) 金属氧化膜电阻(型号 RY)的特点 有极好的脉冲高频过负荷性能,机械性能好,化学性能稳定,但其阻值范围窄($1\Omega \sim 200k\Omega$),温度系数比金属膜电阻差,常用于一些在恶劣环境中工作的电路上。

(4) 线绕电阻(型号 RX)的特点 阻值范围在 $0.01\Omega \sim 10M\Omega$ 之间可以制成精密型和功率型电阻,所以常在高精度或大功率电路中使用,但不适合在高频电路中工作。

(5) 金属玻璃釉电阻(型号 RI)的特点 耐高温,功率大,阻值宽($5.1\Omega \sim 200M\Omega$),温度系数小,耐湿性好。常用它制成小型化贴片电阻。

(6) 实芯电阻(型号 RS)的特点 过负荷能力强,不易损坏,可靠性高,价格低廉,但其他性能参数都较差,阻值范围在 $4.7\Omega \sim 22M\Omega$ 常用在要求高可靠性的电路中(如宇航工业)。

(7) 合成碳膜电阻(型号 RH)的特点 阻值范围在 $10 \sim 10^6M\Omega$ 之间,主要用来制造高压高阻电阻器。

(8) 电阻排 又称集成电阻,在一块基片上制成多个参数性能一致的电阻,常在计算机上使用。

(9) 熔断电阻 又称水泥电阻,常用陶瓷或白水泥封装,内有热熔性电阻丝,当工作

功率超过其额定功率时,会在规定时间内熔断,主要起保护其他电路的作用。在电视、录像机电路中常用作大功率限流电阻。

(10) 敏感元器件(M) 主要是指用于检测温度、光照度、湿度、压力、磁通量、气体浓度等物理量的传感器,广泛用于各种自动化控制电路和保护电路上。例如,电话机上使用的压敏电阻,主要用于防雷或防电压冲击。彩电上使用热敏电阻(消磁电阻),用于实现彩电自动化消磁。抽油烟机上常用的气敏电阻,利用其对可燃性气体特别敏感的特点,可实现自动化抽油烟,也可以用它来制造一氧化碳报警器,或者用作对 CF₄ 有敏感作用的气敏电阻,制作冰箱、冷气机雪柜检漏器。现在,为了提高传感器的灵敏度,一般加有放大电路。例如,用于测量红外线能量变化的热释红外线传感器,就是利用两个红外线热敏电阻和一个场效应管构成,这种传感器常用于制作人体遥感开关,如自动门等电路。

1.1.5 电位器

电位器一般有三只引脚,若带中心抽头则有四只引脚,若是多联电位器则引脚数就更多了,其中每一个单联电位器都只有一只滑动臂,其余为固定臂。图 1-4 所示的是碳膜电位器内部结构图。

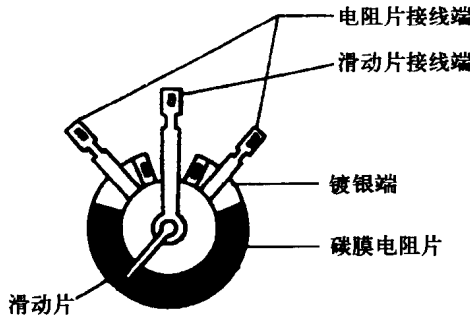


图 1-4 碳膜电位器内部结构图

1. 电位器参数

(1) 标称阻值和允许偏差 标称阻值是指电位器两个固定端的阻值,其规定的标称值与电阻器规定中的标称值的 E6, E12 系列相同,具体标称值参见表 1-3。允许偏差有下列几种: $\pm 20\%$, $\pm 10\%$, $\pm 5\%$, $\pm 2\%$, $\pm 1\%$, $\pm 0.1\%$ 等。

(2) 电位器额定功率 在相同体积情况下,线绕电位器功率比一般电位器的功率大。

(3) 电位器其它参数 ①滑动噪声;②电位器分辨力;③电阻膜耐磨性;④双联电位器同步性;⑤电位器阻值变化规律(如图 1-5 所示);⑥电位器轴长与轴端结构(如图 1-6 所示)。

2. 电位器的分类

电位器种类有很多,按材料、调节方式、结构特点、阻值变化规律、用途分成多种电位器,如表 1-7 所示。

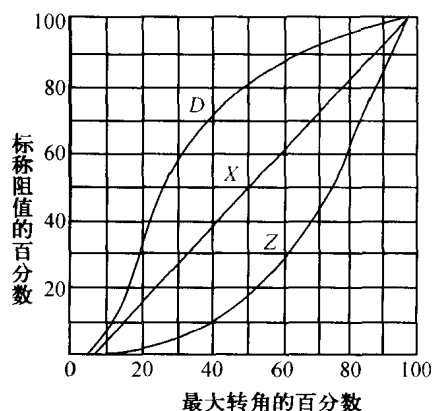


图 1-5 电位器阻值的变化规律
X—直线式 D—对数式 Z—指数式

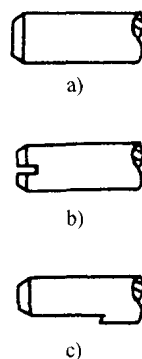


图 1-6 电位器轴长、轴端结构
a) ZS—1 光轴式 b) ZS—3 带起子槽式
c) ZS—5 铣平面式

表 1-7 电位器的种类

分类方式		种 类
材料	合金型电位器	线性电位器,块金属膜电位器
	合成型电位器	有机和无机实芯型,金属玻璃釉型,导电塑料型
	薄膜型电位器	金属膜型,金属氧化膜型,碳膜型,复合膜型
按调节方式		直滑式,旋转式(有单圈和多圈两种)
按结构特点		带抽头型,带开关型(推拉式和旋转式),单联,同步多联,异步多联
阻值变化规律		线性型,对数型,指数型
用途		普通型,微调型,精密型,功率型,专用型

3. 常见几种电位器的特点

(1) 合成碳膜电位器(型号 WTH)的特点 阻值范围宽,可达 $100\Omega \sim 4.7\text{M}\Omega$,分辨力高,但滑动噪声大,对温度、湿度适应性差。由于生产成本低,广泛用于收音机、电视机、音响等家电产品中。

(2) 有机实芯电位器(型号 WS)的特点 阻值范围宽,可达 $100\Omega \sim 4.7\text{M}\Omega$,分辨力高,耐高温,体积小,可靠性高,但噪声较大。主要用于对可靠性,耐高温性有较高要求的电器上。

(3) 线绕电位器(型号 WX)的特点 相对额定功率大,耐高温性能稳定,精度易于控制,但阻值范围小,为 $4.7\Omega \sim 100\text{k}\Omega$,分辨力低,高频特性差。

接触型电位器除了以上三种外,还有可作大范围、高精度调整的多圈电位器,高性能、高耐磨导电塑料电位器,带驱动马达的电位器(常用作遥控调节音量使用)等,在此不再一一叙述。而非接触型电位器因克服了接触型电位器滑动噪声大的缺陷,正逐渐被采用,如光敏电位器、磁敏电位器。

1.1.6 电阻器参数在工艺文件上的填写方法

(1) 固定电阻器参数的填写方法 主称—型号—额定功率—引线形式—阻值·偏差

(2) 电位器参数的填写方法 主称—型号—品种—功率—阻值—变化特性—

轴规格

【例 1-4】 15W, 30k Ω 碳膜电阻, 引出线是轴向, 误差 $\pm 5\%$ 。

在工艺文件上的书写方法 电阻器—RT—15—b—30k Ω — $\pm 5\%$

【例 1-5】 电位器 470k Ω , 0.1W 单联合成膜。

在工艺文件上的书写方法 电位器—WT—1—0.1—470k Ω —X—60ZS—3

1.1.7 固定电阻、电位器、敏感电阻的性能检测

1. 固定电阻器的性能检测

(1) 独立测量方法 使用万用表测量固定电阻器两端的阻值并与标称值进行比较, 只要在偏差范围内, 则为好电阻器。使用万用表测量电阻器(或其它元器件)时要注意, 手不能同时接触电阻器的两条引脚, 选择指针尽可能靠中的量程来测量, 选好量程后还要对该量程调零。

(2) 在印制电路板上测量的方法 电阻器损坏时, 只要排除了因潮湿或尘埃引起阻值变小的可能外, 大部分电阻阻值都会变大甚至开路。而在印制电路板上测量电阻器时, 由于与之并联的元器件有很多, 正常时无论怎样测量, 电阻读数都只会小于或等于标称值。若正、反测量电阻发现有一次读数大于标称值且超出偏差范围, 则该电阻肯定是坏电阻, 若读数两次都小于标称值, 则该电阻不一定是坏电阻。若还有怀疑, 则必须拆出来单独测量。

若怀疑电阻(或其它元器件)热稳定性差时, 则可以在开机后加热一段时间或刚开机时, 观察故障是否有变化, 若有变化则该电阻为坏电阻。

2. 电位器质量判断

首先要测量两个固定引脚端的阻值, 在偏差范围内应与标称值相等, 然后分别测量两个固定引脚与滑动引脚的阻值, 转动电位器滑动臂时阻值应在零到标称值范围内变化, 且指针必须平稳摆动, 无跳变、抖动等现象。对于多联电位器必须逐联来测量。带开关电位器还要测量开关的通断情况。

3. 敏感电阻器质量判断

通过测量敏感电阻两端阻值在加入相应敏感条件(如加温、加压、加光等)变化的前后来判断其好坏。若变化不大, 则敏感电阻器是坏的。

例如, 用于彩电消磁的热敏电阻 MZ72, 在常温时测量其阻值只有 27 Ω , 当用风筒加热 1min 左右时, 阻值已增至数十兆欧, 这说明该消磁电阻是好的。