



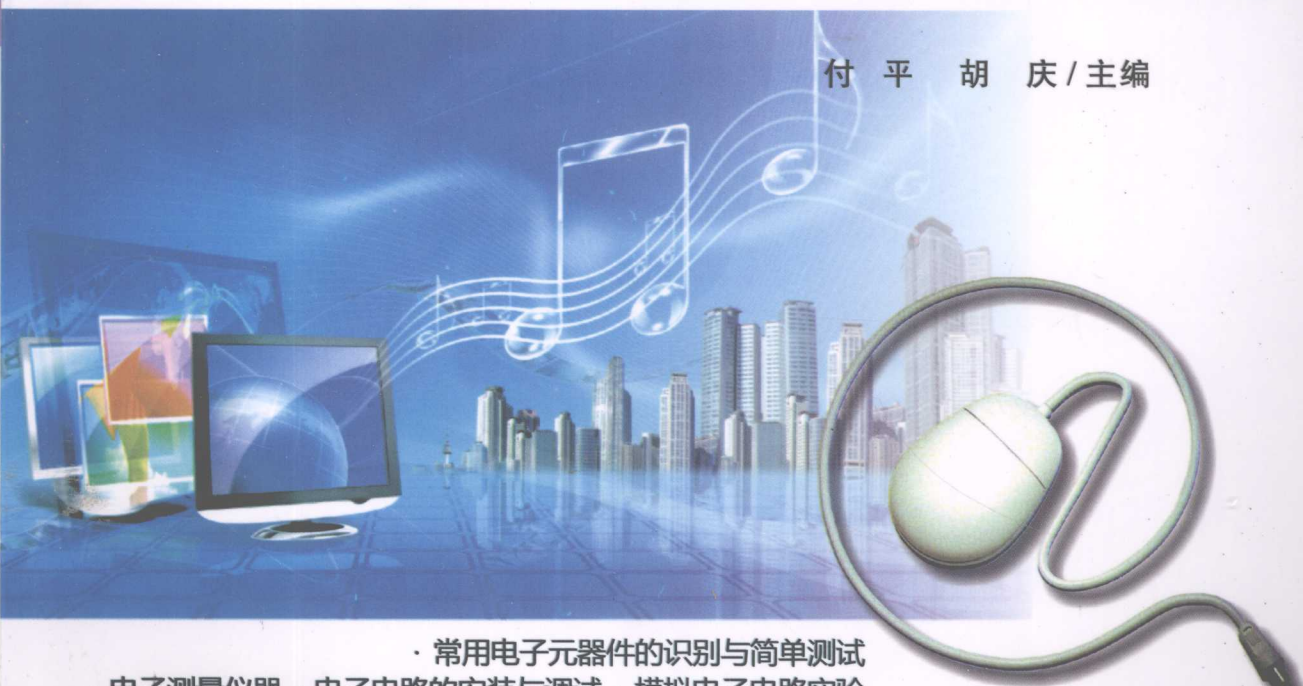
全国职业教育通用教材
机械制造与电子技术专业

Quanguozhiyejiaoyutongyongjiaocai
JIXIEZHIZAOYUDIANZIJISHUZHUYE

电子技能 与实训

DIANZI
JINENG YU
SHIXUN

付平 胡庆 / 主编



· 常用电子元器件的识别与简单测试
· 电子测量仪器 · 电子电路的安装与调试 · 模拟电子电路实验
· 数字电路实验 · 电子电路的设计



电子科技大学出版社

全国职业教育通用教材
机械制造与电子技术专业

Quanguozhiyejiaoyutongyongjiaocai
JIXIEZHIZHAOYUDIANZIJISHUZHUYANYE

电子技能 与实训

DIANZI
JINENG YU
SHIXUN



付平 胡庆 / 主编



电子科技大学出版社

图书在版编目(CIP)数据

电子技能与实训/付平, 胡庆主编. —成都: 电子科技大学出版社, 2009.1

全国职业教育通用教材(机械制造与电子技术专业)

ISBN 978-7-81114-843-5

I. 电… II. ①付…②胡… III. 电子技术—高等学校—教材 IV. TN

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2008)第 155929 号

内 容 提 要

本书是“电子技术基础”课程的实训教材, 可以配合“电子技术基础”课程的理论教学进行实际操作技能的训练, 从而加深对所学理论知识的理解, 培养学生的操作能力。全书主要内容包括: 电子元器件、电子测量仪器、电子工艺知识、模拟电路实验、数字电路实验等。

本书可以作为高、中等职业学校, 各类大专院校, 成人高校以及民办高校相关专业的通用教材, 也可供电子技能方面的爱好者及从业人员参考。

全国职业教育通用教材(机械制造与电子技术专业)

电子技能与实训

付 平 胡 庆 主 编

出 版: 电子科技大学出版社(成都市一环路东一段 159 号电子信息产业大厦 邮编: 610051)

责任编辑: 周清芳

主 页: www.uestcp.com.cn

电子邮箱: uestcp@uestcp.com.cn

发 行: 新华书店经销

印 刷: 四川省南方印务有限公司

成品尺寸: 185mm×260mm 印张 11.5 字数 280 千字

版 次: 2009 年 1 月第一版

印 次: 2009 年 1 月第一次印刷

书 号: ISBN 978-7-81114-843-5

定 价: 20.00 元

■ 版权所有 侵权必究 ■

◆ 邮购本书请与本社发行部联系。电话: (028) 83202463, 83208003。

◆ 本书如有缺页、破损、装订错误, 请寄回印刷厂调换。

总 导 言

进入 21 世纪以来,机械制造与电子信息技术更为广泛和深入地应用于人们日常的生活、学习、工作,乃至休闲和娱乐中,电子与信息产品和电视、冰箱、空调、电脑、手机、DVD、MP3、MP4 等比比皆是。

由电子与信息技术产品形成的信息产业,已经成为我国国民经济的支柱产业,其工业增长率每年以 30% 以上的速度递增,工业总产值已经占全国工业总产值的 40% 以上,个别行业甚至高达 60%。

随着产业的发展,必然带来人才需求的增长,而技术的进步又必然要求人员素质的提高。从总体上来说,机械制造技术与电子技术是一门高技术产业,且对人才的需求具有明显的两极特点,一方面需要具有高学历的开发、研究、创造性人才。但同时更多地、更为广泛地需要在机械制造与电子信息产品的整机生产、装配、调试、维修和检验等各个工种,以及通信网络的安装、管理、使用、维护工作甚至专业性的采购和市场营销等领域的“蓝领”人才。所谓“蓝领”人才,是具有高职、中职学历的具有综合职业能力的实用性、复合型人才。

为了满足我国高速经济发展的需要,成千上万的生产企业和经营单位渴求人才,在教育部《面向 21 世纪教育振兴行动计划》的指导下,为贯彻落实《中共中央国务院关于深化教育改革全面推进素质教育的决定》,并以“面向 21 世纪职业教育课程改革和教材建设规划”为指南,我们汇集了在电子信息技术与机械制造教育一线从教的优秀教师,由有关电子与信息技术专家、教授领衔,组成了阵容强大的“教材编写组”,及时地推出了职业教育“机械制造与电子技术专业”最新版的专业教材。首批面市的有:《电工基础》《数字电路基础》《电工技能与实训》《电子技能与实训》《机械基础》《机械制图》等。接着还将推出《电子整机原理》《电子设计自动化技术》《单片机原理与应用》《电子产品测试与检测》《电子产品结构工艺》《移动通信设备》《电子测量仪器》等更多层次的教材。

在职业技术教育中,教材占有至关重要的地位,它将起到先进课程体系、教学经验以及新知识、新技术、新工艺的传播和推广作用。本系列教材立足于电子信息技术与机械制造技术的专业特点,准确定位于中、初级人才职业技能和综合能力的培养。在教材的编写中,凸显了理论与实践的高度统一与综合,并充分地为理论教学与实践教学的交叉进行提供了接口,真正做到在理论的指导下进行有效的实践,又在实践中高效地掌握理论,使教与学、理论与实践完美结合。

但是,电子信息与机械制造技术也属于“现代科技”的范畴,其学科的内在机理蕴涵着无穷的奥妙,作为职业学校的教材,没有必要去探究电子信息技术与机械制造中的繁难问题,然而,如何把握教材的深度和难度,又往往成为教材编写中十分棘手的问题。本系列教材应用全新的“教材理念”,本着“够用即止”“深入有度”的取材原则,把教材中必需的知识“重点”“难点”乃至“盲点”进行了有效的整合,不仅使知识基础全面、系统、完整,而且

强化了各类电子信息与机械制造的“共性”与“个性”，从而使每种教材既符合“职业学校重点建设专业教学指导方案”的要求，又紧扣该专业教学大纲的内容，使全套教材光鲜、生动、流畅。

纵观本套教材，具有如下的特点和亮点：

一、突出特点，统一共性。本系列教材以知识基础为主线，深刻地阐述和剖析基础知识原理，然后再搭建各类整机（产品）的平台，把抽象变为直观，把散乱变为物化。使读者只要牢固地掌握了基础知识，即使在日后的工作实践中遇到种类繁多、千姿百态的整机（产品），也能自然地应对。

二、以实践为主，理论跟进。电子信息与机械制造技术专业是实践性极强的专业，在教材中必须体现实践→理论→再实践的高度融合。

三、举一反三，知识翻新。本系列教材在知识体系中，常常采用举一反三、触类旁通的方法去开启新技术的大门，并使技术的发展和延伸浑然一体，使读者在吸收现代技术的同时，触及将来技术应用的发展方向，可以说这是本系列教材的一大亮点。

四、语言流畅完美。图书或教材，即便是科技类图书、教材，依然是要使读者和学生们真情地去阅读和学习。因此，图书或者教材的可读性，往往成为读者是否首选该图书或教材的第一性问题。当读者翻开图书或教材时，第一感觉必然是跃然纸上的文字、插图，如果书中的语言流畅完美，插图规范、翔实、易读，自然会给读者一个赏心悦目的快感，引起购书的冲动。

教材或者图书虽然是特殊的商品，但毕竟是“商品”，任何商品最终都要接受市场的检验，出版者将企盼着千百万读者的回应。

职业教育教材编写委员会

前 言

科学实验是知识的源泉，是人类认识自然、改造自然的最直接的活动，是推动社会进步及科学发展的重要动力。

培养实验技能和通过实验以提高学生分析问题和解决问题的能力，是高等院校教学的主要内容和重要目的之一。加强实验教学环节，使理论教学与实践紧密结合起来，在实验中培养学生的实际操作能力，以便为日后工作打下扎实的基础。

全书主要包括：电子元器件、电子测量仪器、电子工艺知识、模拟电路实验、数字电路实验等内容。

本书由付平、胡庆任主编，李国萍、林光旭、徐之红任副主编。

在本书的编写过程中，我们参考了许多其他相关教材，对这些教材的编写人员在此表示感谢。限于我们水平有限，时间仓促，书中难免会有不妥之处，敬请广大读者批评指正。

编 者

目 录

第一章 常用电子元器件的识别与简单测试.....	1
1.1 电阻器、电容器、电感器的识别与简单测试.....	1
1.1.1 电阻器和电位器.....	1
1.1.2 电容器.....	4
1.1.3 电感器.....	8
1.2 半导体二极管、三极管的识别与简单测试.....	9
1.2.1 二极管的识别与简单测试.....	9
1.2.2 三极管的识别与简单测试.....	12
1.3 集成电路的识别.....	14
1.3.1 集成电路的型号命名法.....	14
1.3.2 集成电路的分类.....	15
1.3.3 集成电路外引线的识别.....	16
第二章 电子测量仪器.....	17
2.1 常用电工仪表的选用.....	17
2.1.1 仪表的表面标记.....	17
2.1.2 仪表的选择和使用.....	18
2.2 测量中有效数字的处理.....	19
2.2.1 有效数字的概念.....	19
2.2.2 有效数字的正确表示法.....	19
2.2.3 有效数字的修约规则.....	20
2.2.4 有效数字的运算规则.....	20
2.3 电子测量仪器.....	21
2.3.1 JWY-30F 型直流稳压电源使用.....	21
2.3.2 DT-830 数字万用表.....	22
2.3.3 COS5020CH 通用示波器的使用.....	24
2.3.4 SR-8 双踪示波器使用方法.....	30
2.3.5 DA-16 型晶体管毫伏表使用说明.....	37
2.3.6 XD-7 型低频信号发生器.....	38

第三章 电子电路的安装与调试	40
3.1 电子装置的布局	40
3.1.1 总体布局原则与单元划分	40
3.1.2 电子设备组装和总体布局应注意的事项	41
3.1.3 电磁干扰及其消除	41
3.1.4 元器件的排列和安装	42
3.1.5 布线与接地	42
3.2 面板上的初调试	43
3.2.1 面板上的插接技术	43
3.2.2 调试技术	45
3.3 电子电路的制作	48
3.3.1 印刷电路板的制作	48
3.3.2 焊接	48
3.3.3 调试	49
第四章 模拟电子电路实验	50
4.1 常用仪器设备的使用	50
4.1.1 实验目的	50
4.1.2 预习要求	50
4.1.3 实验器材	50
4.1.4 常用仪器的使用方法	50
4.1.5 实验内容及步骤	54
4.1.6 实验报告要求	54
4.2 基本放大电路	55
4.2.1 实验目的	55
4.2.2 预习要求	55
4.2.3 实验器材	55
4.2.4 实验原理和电路	55
4.2.5 实验内容和步骤	57
4.2.6 实验报告要求	58
4.3 多级放大电路	59
4.3.1 实验目的	59
4.3.2 预习要求	59
4.3.3 实验器材	59
4.3.4 实验原理和电路	59

4.3.5	实验内容和步骤.....	62
4.3.6	实验报告要求.....	64
4.4	负反馈放大电路.....	64
4.4.1	实验目的.....	64
4.4.2	预习要求.....	64
4.4.3	实验器材.....	64
4.4.4	实验原理和电路.....	65
4.4.5	实验内容和步骤.....	67
4.4.6	实验报告要求.....	69
4.5	射极输出器.....	69
4.5.1	实验目的.....	69
4.5.2	预习要求.....	69
4.5.3	实验器材.....	69
4.5.4	实验原理和电路.....	69
4.5.5	实验内容和步骤.....	71
4.5.6	实验报告要求.....	73
4.6	差动放大电路.....	73
4.6.1	实验目的.....	73
4.6.2	预习要求.....	73
4.6.3	实验器材.....	73
4.6.4	实验原理和电路.....	73
4.6.5	实验内容与步骤.....	75
4.6.6	实验报告要求.....	76
4.7	运算放大器在信号运算方面的应用.....	76
4.7.1	实验目的.....	76
4.7.2	预习要求.....	76
4.7.3	实验器材.....	77
4.7.4	实验原理和电路.....	77
4.7.5	实验内容和步骤.....	79
4.7.6	实验报告要求.....	80
4.8	运算放大器在信号处理方面的应用.....	80
4.8.1	实验目的.....	80
4.8.2	预习要求.....	80
4.8.3	实验器材.....	81
4.8.4	实验原理和电路.....	81
4.8.5	实验内容和步骤.....	83

4.8.6 实验报告要求.....	84
4.9 运算放大器在波形产生方面的应用	84
4.9.1 实验目的.....	84
4.9.2 预习要求.....	84
4.9.3 实验器材.....	84
4.9.4 实验原理和电路.....	84
4.9.5 实验内容和步骤.....	87
4.9.6 实验报告要求.....	88
4.10 功率放大电路.....	88
4.10.1 实验目的.....	88
4.10.2 预习要求.....	88
4.10.3 实验器材.....	89
4.10.4 实验原理和电路.....	89
4.10.5 实验内容和步骤.....	90
4.10.6 实验报告要求.....	92
4.11 集成稳压电源.....	92
4.11.1 实验目的.....	92
4.11.2 预习要求.....	92
4.11.3 实验器材.....	92
4.11.4 实验原理和电路.....	92
4.11.5 实验内容和步骤.....	96
4.11.6 实验报告要求.....	97
4.12 模拟电路综合实验——超外差收音机的安装与调试	97
4.12.1 实验目的.....	97
4.12.2 预习要求.....	97
4.12.3 实验器材.....	97
4.12.4 实验原理和电路.....	98
4.12.5 实验内容和步骤.....	100
4.12.6 实验报告要求.....	102
第五章 数字电路实验.....	103
5.1 双踪示波器使用练习及脉冲波形参数的测量	103
5.1.1 实验目的.....	103
5.1.2 预习要求.....	103
5.1.3 实验仪器及设备.....	104
5.1.4 实验内容及步骤.....	104

5.1.5	实验报告要求.....	105
5.2	基本门电路的逻辑功能.....	106
5.2.1	实验目的.....	106
5.2.2	预习要求.....	106
5.2.3	实验仪器和设备.....	106
5.2.4	实验内容及步骤.....	106
5.2.5	实验报告的要求.....	110
5.3	小规模组合逻辑电路的分析和设计.....	110
5.3.1	实验目的.....	110
5.3.2	预习要求.....	110
5.3.3	实验仪器和设备.....	111
5.3.4	实验内容及步骤.....	111
5.3.5	实验报告要求.....	114
5.4	编码器、译码器及其应用电路设计.....	114
5.4.1	实验目的.....	114
5.4.2	预习要求.....	114
5.4.3	实验仪器和设备.....	114
5.4.4	实验内容及步骤.....	114
5.4.5	实验报告要求.....	118
5.5	数据选择器及其应用.....	118
5.5.1	实验目的.....	118
5.5.2	预习要求.....	118
5.5.3	实验仪器和设备.....	118
5.5.4	实验内容及步骤.....	119
5.5.5	实验报告要求.....	122
5.6	触发器.....	122
5.6.1	实验目的.....	122
5.6.2	预习要求.....	122
5.6.3	实验仪器和设备.....	122
5.6.4	实验内容及步骤.....	123
5.6.5	实验报告要求.....	126
5.7	时序电路及其分析.....	127
5.7.1	实验目的.....	127
5.7.2	预习要求.....	127
5.7.3	实验仪器和设备.....	127
5.7.4	实验内容及步骤.....	127

5.7.5 实验报告要求.....	128
5.8 移位寄存器及其应用.....	129
5.8.1 实验目的.....	129
5.8.2 预习要求.....	129
5.8.3 实验仪器和设备.....	129
5.8.4 实验内容及步骤.....	129
5.8.5 实验报告要求.....	130
5.9 计数器.....	130
5.9.1 实验目的.....	130
5.9.2 预习要求.....	130
5.9.3 实验仪器和设备.....	130
5.9.4 实验内容及步骤.....	131
5.9.5 实验报告要求.....	135
5.10 计数器的应用.....	135
5.10.1 实验目的.....	135
5.10.2 预习要求.....	136
5.10.3 实验仪器和设备.....	136
5.10.4 实验内容及步骤.....	136
5.10.5 实验报告要求.....	139
5.11 多谐振荡器及单稳态触发器.....	139
5.11.1 实验目的.....	139
5.11.2 预习要求.....	140
5.11.3 实验仪器和设备.....	140
5.11.4 实验内容及步骤.....	140
5.11.5 实验报告要求.....	142
5.12 数字电路综合实验——数字钟的安装与调试.....	142
5.12.1 实验目的.....	142
5.12.2 预习要求.....	142
5.12.3 实验仪器和设备.....	143
5.12.4 实验内容及步骤.....	143
5.12.5 实验报告要求.....	148
第六章 电子电路的设计.....	150
6.1 概述.....	150
6.2 电子电路设计的方法.....	150
6.2.1 方案论证与总体设计.....	151

6.2.2 单元电路的设计.....	152
6.2.3 参数计算.....	153
6.2.4 元、器件的选择.....	154
6.2.5 绘制电路图.....	155
6.2.6 电子电路的组装.....	155
6.2.7 电子电路的调试.....	156
6.3 检查故障的一般方法.....	159
6.3.1 故障现象及其产生原因.....	159
6.3.2 检查故障的一般方法.....	160
6.4 课程设计总结报告.....	163
附录.....	164
附录一 几种逻辑符号对照示例.....	164
附录二 常用集成电路引脚排列.....	165
参考文献.....	170

第一章 常用电子元器件的识别与简单测试

1.1 电阻器、电容器、电感器的识别与简单测试

1.1.1 电阻器和电位器

一、电阻器

电阻器是电路元件中应用最广泛的一种，其质量的好坏对电路工作的稳定性有极大影响。电阻器的主要用途是稳定和调节电路中的电流和电压，还可作为分流器、分压器和耗能的负载等。

电阻器主要分为薄膜电阻和线绕电阻两大类。薄膜电阻又可分为碳膜电阻和金属膜电阻两类。其中，金属膜电阻应用较为普遍。一块金属膜电阻的精度可达 0.001%，是当前最精密的电阻器之一。常用电阻器的外形和符号如图 1.1.1 (a)、图 1.1.1 (b) 所示。

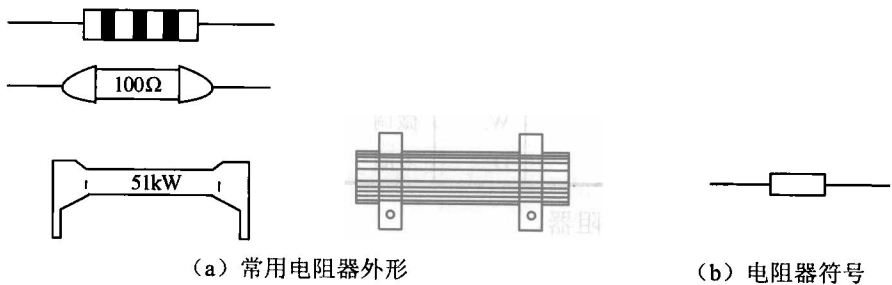


图 1.1.1 常用电阻器外形及符号

二、电位器

电位器是一种具有三个接头的可变电阻器。其阻值可在一定范围内连续可调。常用电位器的外形和符号如图 1.1.2 (a)、图 1.1.2 (b) 所示。

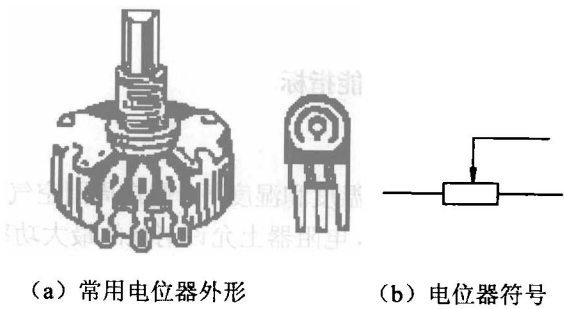


图 1.1.2 常用电位器的外形及符号

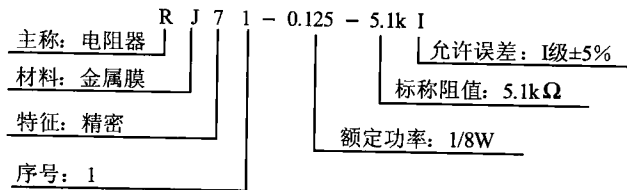
三、电阻器和电位器的型号命名法

电阻器和电位器的型号命名法详见表 1.1.1。

表 1.1.1 电阻器和电位器的型号命名法

第一部分		第二部分		第三部分		第四部分
用字母表示主称		用字母表示材料		用数字或字母表示特征		用数字表示序号
符号	意 义	符号	意 义	符号	意 义	
R W	电阻器 电位器	T	碳膜	1, 2	普通	包括： 额定功率 阻值 允许误差 精度等级
		P	硼碳膜	3	超高频	
		U	硅碳膜	4	高阻	
		C	沉积膜	5	高温	
		H	合成膜	7	精密	
		I	玻璃釉膜	8	电阻器——高压 电位器——特殊函数	
		J	金属膜（箔）			
		Y	氧化膜			
		S	有机实芯	9	特殊	
		N	无机实芯	G	高功率	
		X	线绕	T	可调	
		R	热敏	X	小型	
		G	光敏	L	测量用	
		M	压敏	W	微调	
				D	多圈	

示例：RJ71-0.125-5.1kI 型电阻器。



由此可见，这是精密金属膜电阻器，其额定功率为 1/8W，标称电阻值为 5.1kΩ，允许误差为±5%。

四、线性电阻器和电位器的主要性能指标

1. 额定功率

电阻器的额定功率是在规定的环境温度和湿度下，假定周围空气不流通，在长期连续负载而不损坏或基本不改变性能的情况下，电阻器上允许消耗的最大功率。当超过额定功率时，电阻器的阻值将发生变化，甚至发热烧毁。为保证安全使用，一般选其额定功率比它在电路中消耗的功率高 1~2 倍。

额定功率分 19 个等级，常用的有 1/8W、1/4W、1/2W、1W、3W、5W、7W、10W……在电路图中，非线绕电阻器额定功率的符号表示法如图 1.1.3 所示。

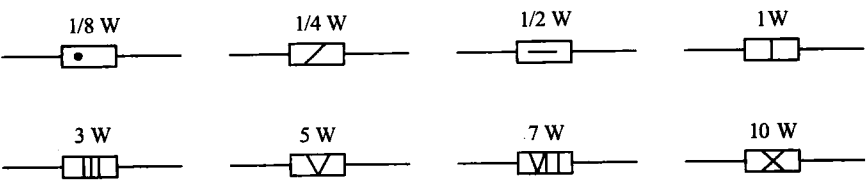


图 1.1.3 额定功率的符号表示法

实际中非线绕电位器额定功率应用较多的有 1/4 W、1/2 W、1W、2W。线绕电位器额定功率应用较多的有 2W、3W、5W、10W 等。

2. 标称阻值

标称阻值是产品标志的“名义”阻值，其单位为欧（Ω）、千欧（kΩ）、兆欧（MΩ）。标称阻值系列如表 1.1.2 所示。

任何固定电阻器的阻值都应符合表 1.1.2 所列数值乘以 $10n\Omega$ ，其中 n 为整数。

表 1.1.2 标称阻值

允许误差	系列代号	标 称 阻 值 系 列											
±5%	E24	1.0	1.1	1.2	1.3	1.5	1.6	1.8	2.0	2.2	2.7		
		3.0	3.3	3.6	3.9	4.3	4.7	5.1	5.6	6.2	6.8	7.5	9.1
±10%	E12	1.0	1.2	1.5	1.8	2.2	2.7	3.3	3.9	4.7	5.6	6.8	8.2
±20%	E 6	1.0	1.5	2.2	3.3	4.7	6.8						

3. 允许误差

允许误差是指电阻器和电位器实际阻值对于标称阻值的最大允许偏差范围。它表示产品的精度。允许误差等级如表 1.1.3 所示。线绕电位器的允许误差一般小于±10%，非线绕电位器的允许误差一般小于±20%。

表 1.1.3 允许误差等级

级 别	005	01	02	I	II	III
允许误差	±0.5%	±1%	±2%	±5%	±10%	±20%

电阻器的阻值和误差，一般常用数字标印在电阻上，但对于实芯碳膜电阻器和微型电阻器，则用画在其首部的四个色环来表示，如图 1.1.4 所示。它们的意义分别是：前二环依次表示电阻的第一位与第二位数值，第三环表示应加零的个数，第四环表示电阻值的允许误差，如无此环，即表示允许误差为 20%。各种颜色代表的意义如表 1.1.4 所示。

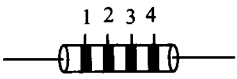


图 1.1.4 阻值和误差的色环标记

表 1.1.4 色环颜色的意义

颜色 数值	黑	棕	红	橙	黄	绿	蓝	紫	灰	白	金	银	底色
代表数值	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9			
误差											±5%	±10%	±20%

例如, 如果第 1、2、3、4 色环分别为棕、绿、红、金色, 则该电阻的阻值和误差分别为: $R = (1 \times 10 + 5) \times 10^2 \Omega = 1500 \Omega$, 误差为 $\pm 5\%$ 。

即表示该电阻的阻值和误差是: $(1.5 \pm 5\%) \Omega$ 。

4. 最高工作电压

最高工作电压是由电阻器、电位器最大电流强度、电阻体被击穿及其结构等因素所规定的工作电压限度。对阻值较大的电阻器, 当工作电压过高时, 虽然功率没有超过规定值, 但内部会发生电弧火花放电, 导致电阻变质损坏。一般 $1/8W$ 碳膜电阻器或金属膜电阻器最高工作电压分别不能超过 150V 或 200V。

1.1.2 电容器

一、电容器的分类

电容器是一种储能元件。在电路中用于调谐、滤波、耦合、旁路和能量转换等。电容器的种类如下:

1. 按结构分类

按其结构, 可分为以下三种:

(1) 固定电容器: 电容量是固定不可调的, 我们称之为固定电容器。图 1.1.5 所示为几种固定电容器的外形及符号。

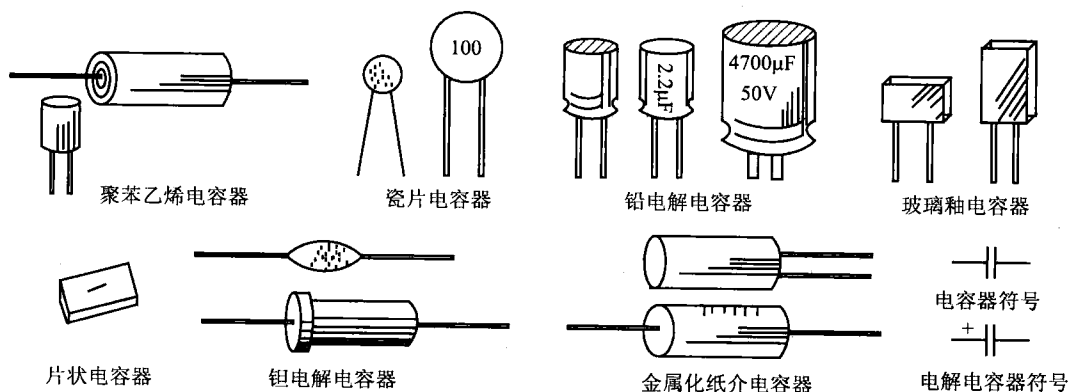


图 1.1.5 几种固定电容器外形图及符号

(2) 半可变电容器 (微调电容器): 电容器容量可在小范围内变化, 其可变容量为十几至几十皮法, 最高达一百皮法 (以陶瓷为介质时), 适用于整机调整后电容量不需经常改变