

21世纪高等职业技术教育电子电工类规划教材

电子技术基础 (第三版)

主 编 苏莉萍

21世纪
高级应用型人才



西安电子科技大学出版社
<http://www.xduph.com>

21 世纪高等职业技术教育电子电工类规划教材

电子技术基础

(第三版)

主 编	苏莉萍	
副主编	杨建康	齐文庆
参 编	姚常青	朱晓红
主 审	刘泉海	

西安电子科技大学出版社

内 容 简 介

本书第一、二版是依据教育部最新制定的《高职高专教育基础课程教学基本要求》编写的,问世以来深受广大读者的厚爱,选作教材的学校遍及全国各地。在此基础上,第三版调整了部分内容,并删去或更换了个别例题和习题,使内容更加贴近高等职业技术教育的特点。

全书内容分为三篇,即模拟电子技术基础(常用电子元器件认知与测量,单管放大电路,多级放大电路及集成运算放大器,负反馈放大电路,集成运算放大器应用电路,正弦波振荡器,直流稳压电路)、数字电子技术基础(数字电路基础知识,集成逻辑门电路,组合逻辑电路,集成触发器,时序逻辑电路,脉冲产生电路和定时电路,模/数和数/模转换)和电子技术基础实验。

本书可作为高等职业院校电子电工类专业或相近专业的教材,也可供有关专业的工程技术人员参考。

图书在版编目(CIP)数据

电子技术基础/苏莉萍主编. —3版. —西安:西安电子科技大学出版社,2012.3

21世纪高等职业技术教育电子电工类规划教材

ISBN 978-7-5606-2739-7

I. ①电… II. ①苏… III. ①电子技术—高等职业教育—教材 IV. ①TN

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2012)第 006046 号

策 划 马乐惠

责任编辑 马乐惠 宁晓蓉

出版发行 西安电子科技大学出版社(西安市太白南路2号)

电 话 (029)88242885 88201467 邮 编 710071

网 址 www.xduph.com 电子邮箱 xdupfb@pub.xaonline.com

经 销 新华书店

印 刷 陕西华沐印刷科技有限责任公司

版 次 2012年3月第3版 2012年3月第19次印刷

开 本 787毫米×1092毫米 1/16 印张 21

字 数 496千字

印 数 92 001~100 000册

定 价 32.00元

ISBN 978-7-5606-2739-7/TN·0640

XDUP 3031003—19

*** 如有印装问题可调换 ***

本社图书封面为激光防伪覆膜,谨防盗版。

第三版前言

本书是在 2006 年苏莉萍主编的《电子技术基础》(第二版)的基础上重新修编的。

本版与第二版相比较,主要做了以下方面的修改:

(1) 将原来传统的章节划分形式改为比较具体的课题化形式,使职业教育的理论讲解与技能培养结合得更合理,更符合学生的认知规律。

(2) 在课题一常用电子元器件认知与测量中,增加了先进的 SMT 技术常用的表面安装元器件等内容,在课题七直流稳压电源中增加了典型开关电源电路实例,适当反映了新技术成果。

(3) 根据读者建议,对课题四负反馈放大电路做了较大的修改,较详细地讲解了反馈性质判断,对课题十二计数器部分的知识进行了更为详尽的系统分析。

(4) 修改了实验 1 和实验 12 的内容,新增加了实验 7 集成直流稳压电源。

(5) 将原书的节后思考题与章后习题整合为思考与习题,删减了数字计算性较强的习题,增加了适量的实用训练题。

本书由陕西工业职业技术学院苏莉萍任主编。课题一、五、八、九及习题答案部分由苏莉萍修编;课题三、十一、十二由陕西工业职业技术学院齐文庆修编;课题七、十及实验部分由陕西能源职业技术学院杨建康修编;课题二、四、十三由陕西工业职业技术学院姚常青修编。课题六、十四由陕西铁路职业技术学院朱晓红修编。

本书由陕西工业职业技术学院刘泉海教授主审,西安科技大学韦力教授亦参加了审稿。

本书前两版得到了很多师生和读者的关怀,他们提出了许多宝贵的修改意见,在此表示衷心感谢。

由于编者水平有限,书中难免有疏漏和不妥之处,敬请广大教师和读者批评指正。

编 者

2011 年 9 月

第二版前言

本书第一版于2002年2月由西安电子科技大学出版社正式出版,四年来发行量近5万册,使用学校遍及全国各地。本教材基本概念清楚,结构合理,实用性强,举例恰当,通俗易懂,便于教学,深受广大师生的好评。

第二版在第一版的基础上,吸纳了广大师生和企业界人士的意见和建议,本着“以就业为导向,满足市场需求”的教育服务宗旨,通过细致的分析和斟酌,做了合理的修订。本次修订基本保留了原版教材的结构体系、章节顺序与风格,主要做了以下几个方面的修改:

(1) 更加突出了实用性。本次修订增加了电子线路中常用的元器件(电阻器、电容器、电感器)及元器件检测等内容,使电子技术应用知识更加完整;同时对半导体理论、结型场效应管等内容做了删减。

(2) 引入新技术。本次修订对集成运放部分做了适当更新,淘汰了老化电路,引入了典型的集成运放电路,同时加强了开关电源的内容。

(3) 紧扣培养目标合理定位。针对高职人才培养规格,删除了验证性实验;对数字电子实验增加了一些新的集成器件的测试和应用内容。

(4) 便于自学和自检。对大部分习题进行了更新,并提供了部分参考答案。

本书由陕西纺织服装职业技术学院苏莉萍副教授担任主编。第1、2、6、7、10章及习题参考答案由苏莉萍老师修编,第3、5章由西安航空职业技术学院白建设老师修编,第4章由西安铁路职业技术学院朱晓红老师修编,第8、9、13章由宝鸡职业技术学院王瑛老师修编,第11、12章由陕西能源职业技术学院吴建喜老师修编,第14章由陕西邮电职业技术学院王拴存老师修编,模拟电子技术实验由陕西工业职业技术学院刘泉海老师修编,数字电子技术实验由陕西能源职业技术学院杨建康老师修编。

本书承蒙陕西纺织服装职业技术学院高级讲师苏生荣担任主审工作,西安科技大学韦力教授参加了审稿工作,张仙娥、罗枚老师对全书进行了校对。编者在此一并表示感谢。

由于编者水平有限,书中难免有不妥之处,敬请广大读者批评指正。

编 者

2006年6月

第一版前言

本书是依据 1999 年 8 月教育部高教司制定的《高职高专教育基础课程教学基本要求》和《高职高专教育专业人才培养目标及规格》的精神,参照陕西省职业技术教育学会电子电工教学委员会组织讨论并确定的高等职业院校电子电工类专业“电子技术基础”教学大纲编写的,供高等职业院校电子电工类专业使用。

本书的任务是阐明电子元件及电子电路的组成、工作原理、特点及应用,注重培养学生理解、分析及正确使用电子电路的能力。本书内容力求少而精,理论联系实际,以实用、够用为度,适当降低纯理论分析的深度,加强实用技能的培养。本教材的教学时数为 100~130 学时,书中打 * 号的内容为选学部分,供多学时教学使用。各章学时分配见下表(供参考):

章 次	学 时	章 次	学 时
第 1 章	10	第 8 章	8
第 2 章	8	第 9 章	6
第 3 章	8	第 10 章	6
第 4 章	10	第 11 章	6
第 5 章	6	第 12 章	8
第 6 章	6	第 13 章	4
第 7 章	8	第 14 章	4
		* 第 15 章	4
模拟实验	16	数字实验	12
合计	72	合计	58
总计	130		

本书由苏莉萍老师担任主编。全书分为三篇,即模拟电子技术基础、数字电子技术基础和电子技术基础实验。前两篇共 15 章,第 1 章由朱晓红老师编写,第 2、6、7 章由苏莉萍老师编写,第 3、5 章由白建设老师编写,第 8、9、13 章由王瑛老师编写,第 11、12 章由吴建喜老师编写,第 4、10、14、15 章由王拴存老师编写。第三篇中,模拟电子技术实验由刘泉海老师编写,数字电子技术实验由杨建康老师编写。

本书承蒙陕西省咸阳纺织工业学校高级讲师苏生荣担任主审工作,西安科技大学韦力教授参加了审稿工作,张仙娥、罗枚老师对全书进行了校对。编者在此一并表示感谢。

由于编者水平有限,时间仓促,书中难免存在不妥之处,敬请广大读者批评指正。

编 者

2001 年 12 月

目 录

第一篇 模拟电子技术基础

课题一 常用电子元件认知与测量	1	2.2.1 三极管微变等效	44
1.1 电阻器	1	2.2.2 放大电路的微变等效电路	45
1.1.1 电阻器的作用与分类	1	2.2.3 用微变等效电路求动态指标	46
1.1.2 电阻器的主要参数与标记	2	2.3 放大器的偏置电路与静态	
1.1.3 其他电阻器及电阻器的检测	4	工作点稳定	47
1.2 电容器	5	2.3.1 固定偏置电路	47
1.2.1 电容器的作用与分类	5	2.3.2 分压式偏置电路	47
1.2.2 电容器的主要参数与标记	7	2.4 共集电极和共基极电路	50
1.2.3 电容器的检测	8	2.4.1 共集电极电路组成及分析	50
1.3 电感器	10	2.4.2 共基极电路组成及分析	52
1.3.1 电感线圈的种类及主要参数	10	2.4.3 三种基本放大电路的比较	53
1.3.2 变压器的分类及检测	12	2.5 场效应管放大电路简介	54
1.4 半导体二极管	13	2.5.1 场效应管放大电路的静态分析	54
1.4.1 半导体基础知识	13	2.5.2 场效应管放大电路的等效电路	
1.4.2 PN结及其特性	13	及动态分析	55
1.4.3 半导体二极管的结构、符号、		本章小结	56
类型及特性	14	思考与习题二	57
1.4.4 半导体二极管的主要参数			
与测试	16	课题三 多级放大电路及集成	
1.5 半导体三极管	20	运算放大器	60
1.5.1 三极管(双极型半导体三极管)	20	3.1 多级放大电路	60
1.5.2 场效应管(单极型		3.1.1 级间耦合方式	60
半导体三极管)	27	3.1.2 耦合对信号传输的影响	62
1.6 表面安装电子元件	31	3.1.3 放大电路的频率特性	63
1.6.1 表面安装电阻器	31	3.2 差动式放大电路	65
1.6.2 表面安装电容器	32	3.2.1 基本差动式放大电路	65
1.6.3 表面安装电感器	33	3.2.2 典型差动式放大电路	67
1.6.4 表面安装二极管	33	3.2.3 差动式放大电路的输入和	
1.6.5 表面安装三极管	34	输出方式	68
本章小结	34	3.3 功率放大电路	70
思考与习题一	35	3.3.1 功率放大电路的特点及分类	70
课题二 单管放大电路	38	3.3.2 乙类互补对称功放	71
2.1 基本放大电路的组成及工作原理	38	3.3.3 甲乙类互补对称电路	72
2.1.1 放大电路的组成及习惯画法	38	3.3.4 采用复合管的互补对称功率	
2.1.2 放大电路的工作状态分析	39	放大电路	73
2.2 微变等效电路	44	3.3.5 集成功率放大电路	74
		3.3.6 功率放大器应用中的几个问题	75

3.4 集成运算放大器简介	76	5.3.2 迟滞电压比较器	106
3.4.1 集成运算放大器外形图	76	5.4 集成运放在应用中的实际问题	107
3.4.2 集成运算放大器内部组成原理	77	本章小结	109
3.4.3 集成运放的符号、引脚构成 及主要参数	79	思考与习题五	109
本章小结	80	课题六 正弦波振荡器	112
思考与习题三	80	6.1 自激振荡原理	112
课题四 负反馈放大电路	84	6.1.1 振荡演示	112
4.1 反馈的基本概念	84	6.1.2 自激振荡条件	112
4.1.1 反馈的定义	84	6.1.3 自激振荡的建立及稳幅问题	113
4.1.2 是否存在反馈的判别	84	6.1.4 正弦波振荡电路的组成	114
4.1.3 直流反馈和交流反馈	85	6.2 RC 振荡器	114
4.1.4 正反馈和负反馈	86	6.2.1 RC 桥式振荡器	115
4.1.5 串联反馈和并联反馈	87	6.2.2 RC 移相式振荡器	116
4.1.6 电压反馈和电流反馈	87	6.3 LC 振荡器	117
4.2 负反馈放大器电路分析	88	6.3.1 LC 并联谐振的选频特性	117
4.2.1 电流并联负反馈放大电路	88	6.3.2 变压器反馈式 LC 振荡电路	118
4.2.2 电压并联负反馈放大电路	89	6.3.3 电感三点式 LC 振荡器	119
4.2.3 电流串联负反馈放大电路	90	6.3.4 电容三点式 LC 振荡器	119
4.2.4 电压串联负反馈放大电路	91	6.3.5 石英晶体振荡电路	121
4.2.5 判断反馈类型和性质举例	91	本章小结	123
4.3 负反馈对放大器性能的影响	94	思考与习题六	123
4.3.1 对放大倍数的影响	94	课题七 直流稳压电路	125
4.3.2 对频带的影响	94	7.1 概述	125
4.3.3 对非线性失真的影响	94	7.1.1 直流电源的组成	125
4.3.4 对放大器输入、输出电阻的 影响	95	7.1.2 直流电源演示	125
本章小结	95	7.2 整流及滤波电路	126
思考与习题四	96	7.2.1 电路组成及工作原理	126
课题五 集成运算放大器应用电路	99	7.2.2 整流电路的主要技术指标	127
5.1 集成运算放大器应用基础	99	7.2.3 单相桥式整流电路	128
5.1.1 理想运算放大器的特点	99	7.2.4 滤波电路	129
5.1.2 负反馈是集成运放线性应用的 必要条件	99	7.3 直流稳压电路	131
5.1.3 运算放大器的基本电路	100	7.3.1 硅稳压管组成的并联型 稳压电路	131
5.2 集成运放的线性应用	102	7.3.2 串联型晶体管稳压电路	133
5.2.1 比例运算	102	7.3.3 集成稳压器及应用	134
5.2.2 加法、减法运算	102	7.3.4 开关稳压电源	136
5.2.3 积分、微分运算	104	7.4 晶闸管及可控整流电路	142
5.3 集成运放的非线性应用	105	7.4.1 晶闸管的基本结构、性能 及参数	142
5.3.1 单限电压比较器	105	7.4.2 可控整流电路	145
		7.4.3 可控整流的触发电路	146

本章小结	149	思考与习题七	149
------------	-----	--------------	-----

第二篇 数字电子技术基础

课题八 数字电路基础知识	152	10.2.2 译码器	200
8.1 数制和编码	152	10.2.3 数据选择器和数据分配器	202
8.1.1 计数体制	152	10.2.4 数据比较器	204
8.1.2 数制转换	154	10.2.5 全加器	205
8.1.3 编码	155	10.3 竞争与冒险	206
8.2 逻辑代数	157	10.3.1 竞争	206
8.2.1 基本概念、基本逻辑运算	157	10.3.2 冒险	206
8.2.2 逻辑代数的基本定律和 基本规则	162	10.3.3 冒险现象的判断	207
8.2.3 逻辑函数的代数法化简	164	10.3.4 冒险现象的防止	208
8.2.4 逻辑函数的卡诺图法化简	166	本章小结	208
本章小结	175	思考与习题十	209
思考与习题八	175	课题十一 集成触发器	210
课题九 集成逻辑门电路	179	11.1 基本 RS 触发器	210
9.1 TTL 与非门	179	11.1.1 逻辑电路构成和逻辑符号	210
9.1.1 典型 TTL 与非门电路	179	11.1.2 逻辑功能描述	210
9.1.2 TTL 与非门的特性与 主要参数	180	11.1.3 集成基本 RS 触发器	212
9.1.3 其他逻辑功能的 TTL 门电路	184	11.2 时钟控制的触发器	212
9.1.4 TTL 集成逻辑门电路 产品系列	187	11.2.1 RS 触发器	212
9.2 CMOS 集成逻辑门	188	11.2.2 JK 触发器	214
9.2.1 CMOS 反相器	188	11.2.3 D 触发器	215
9.2.2 CMOS 门电路	190	11.2.4 T 触发器	217
9.2.3 CMOS 集成逻辑门电路 产品系列	192	11.2.5 集成 D 锁存器	218
9.3 集成逻辑门电路的使用	192	11.3 主从触发器	219
本章小结	193	11.3.1 逻辑电路图和逻辑符号	219
思考与习题九	193	11.3.2 逻辑功能描述	219
课题十 组合逻辑电路	197	11.4 集成边沿触发器	220
10.1 组合逻辑电路的分析与设计	197	11.4.1 维持阻塞触发器	220
10.1.1 组合逻辑电路的分析	197	11.4.2 边沿触发器	220
10.1.2 组合逻辑电路的设计	199	11.4.3 集成边沿触发器举例	221
10.2 组合逻辑部件	199	11.5 不同触发器的转换	222
10.2.1 编码器	199	11.5.1 JK 触发器转换成 D、T 触发器	223
10.2.2 译码器	200	11.5.2 D 触发器转换成 JK、T 和 T' 触发器	223
10.2.3 数据选择器和数据分配器	202	本章小结	224
10.2.4 数据比较器	204	思考与习题十一	225
10.2.5 全加器	205		
10.3 竞争与冒险	206		
10.3.1 竞争	206		
10.3.2 冒险	206		
10.3.3 冒险现象的判断	207		
10.3.4 冒险现象的防止	208		
本章小结	208		
思考与习题十	209		
课题十一 集成触发器	210		
11.1 基本 RS 触发器	210		
11.1.1 逻辑电路构成和逻辑符号	210		
11.1.2 逻辑功能描述	210		
11.1.3 集成基本 RS 触发器	212		
11.2 时钟控制的触发器	212		
11.2.1 RS 触发器	212		
11.2.2 JK 触发器	214		
11.2.3 D 触发器	215		
11.2.4 T 触发器	217		
11.2.5 集成 D 锁存器	218		
11.3 主从触发器	219		
11.3.1 逻辑电路图和逻辑符号	219		
11.3.2 逻辑功能描述	219		
11.4 集成边沿触发器	220		
11.4.1 维持阻塞触发器	220		
11.4.2 边沿触发器	220		
11.4.3 集成边沿触发器举例	221		
11.5 不同触发器的转换	222		
11.5.1 JK 触发器转换成 D、T 触发器	223		
11.5.2 D 触发器转换成 JK、T 和 T' 触发器	223		
本章小结	224		
思考与习题十一	225		

课题十二 时序逻辑电路	227	13.2.2 工作原理及特点	253
12.1 时序逻辑电路的分析方法	227	13.3 定时器的应用	254
12.1.1 同步时序电路分析	227	13.3.1 单稳态触发器	254
12.1.2 异步时序电路分析	232	13.3.2 多谐振荡器	256
12.2 计数器	233	13.3.3 施密特触发器	259
12.2.1 计数器分类	234	本章小结	261
12.2.2 计数器分析	234	思考与习题十三	261
12.3 寄存器	244		
12.3.1 数码寄存器	244	课题十四 模/数和数/模转换	264
12.3.2 移位寄存器	245	14.1 D/A 转换	264
12.3.3 集成移位寄存器	246	14.1.1 权电阻 D/A 转换电路	264
本章小结	248	14.1.2 R-2R T 型 D/A 转换电路	265
思考与习题十二	249	14.1.3 倒置 T 型 D/A 转换电路	266
		14.1.4 集成 D/A 转换器	266
课题十三 脉冲产生电路和定时电路 ...	251	14.2 A/D 转换	268
13.1 基本概念	251	14.2.1 抽样保持	268
13.1.1 常见的几种脉冲信号波形	251	14.2.2 量化编码	269
13.1.2 脉冲信号波形参数	251	14.2.3 A/D 转换电路	269
13.2 555 集成定时器电路	252	本章小结	273
13.2.1 电路组成	252	思考与习题十四	273

第三篇 电子技术基础实验

模拟电子技术实验	275	数字电子技术实验	289
实验 1 常用电子仪器的使用	275	实验 8 组合逻辑电路的测试与设计	289
实验 2 单管放大电路分析	277	实验 9 3-8 译码器及其应用	292
实验 3 多级放大器	279	实验 10 集成触发器逻辑功能测试	294
实验 4 功率放大器	281	实验 11 计数译码显示电路	297
实验 5 集成运算放大器的应用	282	实验 12 555 时基电路的应用	300
实验 6 负反馈放大器	285		
实验 7 集成直流稳压电源	286		

思考与习题参考答案	303
------------------------	-----

附 录

附录 A 半导体器件型号命名方法	316	附录 E 集成运放典型产品的技术指标	323
附录 B 常用晶体二极管参数选录	318	附录 F 集成功率放大器一览表	324
附录 C 常用三极管参数选录	320	附录 G 常用硅稳压二极管	325
附录 D MOS 管的参数规范	322		
参考文献	326		

第一篇 模拟电子技术基础

电子电路中的信号就其变化规律的特点来看,可以分为两大类:一类是在时间和数值上都是连续变化的信号,称为模拟信号,如音频信号等;另一类是在时间和数值上都是离散的信号,称为数字信号,如脉冲信号等。按照工作信号的不同,电子电路通常分为模拟电路和数字电路。我们将工作在模拟信号下的电子电路称为模拟电路,而工作在数字信号下的电子电路称为数字电路。

课题一 常用电子元器件认知与测量

随着现代电子技术尤其是微电子技术的高速发展,电子产品日新月异,并且电子技术已渗透到各个领域。同时自动控制技术、计算机信息技术及控制技术正向高、新、尖端方向发展,这些高新技术的发展必须依赖于电子技术的支持。电子元器件是构建电子技术平台的基础,本章主要介绍常用电子元器件的性能、用途及测试方法。

1.1 电 阻 器

1.1.1 电阻器的作用与分类

1. 电阻器的作用

电阻器是利用金属或非金属材料制成的在电路中对电流通过有阻碍作用的电子元件。电阻器在电子电路中的作用主要有:限制电流、降低电压、分配电压、向各种电子元器件提供必需的工作电压和电流等。

2. 电阻器的分类

1) 按结构分类

电阻器按其结构分为固定式电阻器、半可调式电阻器和电位器三大类。在电子电路中,它们的图形符号见表 1.1。固定式电阻器的电阻值不可调整;半可调式电阻器的电阻值可以在一定范围内调整,但调整不宜过于频繁;电位器实际上是一个可调电阻器,它的阻值可以在一定范围内方便地连续调整。

表 1.1 电阻器的图形符号

名称 项目	固定式电阻器	半可调式电阻器	电位器
文字符号	R	R	R _P 或 RP
图形符号			

注：在实际电路中，电阻器常用斜体 R 表示，并同时表示其阻值。

2) 按材料分类

电阻器按其构成材料分为碳膜电阻器、金属膜电阻器、实心碳膜电阻器、碳膜电位器等。

常用电阻器的外形图如图 1.1 所示。

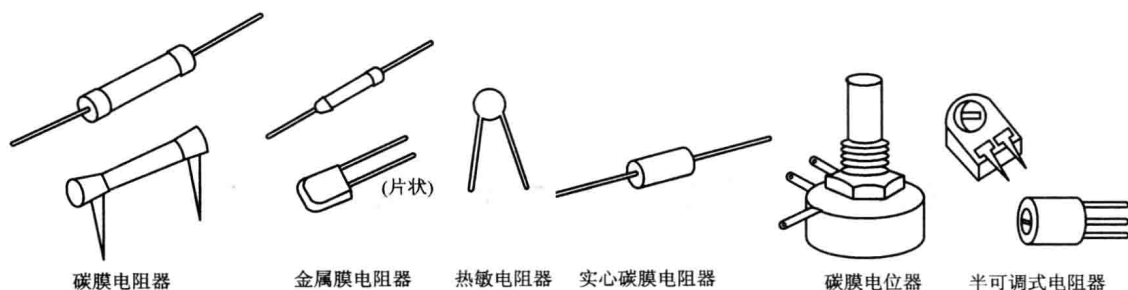


图 1.1 常用电阻器的外形图

1.1.2 电阻器的主要参数与标记

1. 电阻器的主要参数

电阻器的主要参数有标称值及允许误差、额定功率等。这些参数是电子电路中合理选用电阻器的主要依据。

1) 电阻器的标称值及允许误差

电阻器表面所标的电阻值就是标称值。常用单位有欧(Ω)、千欧($k\Omega$)和兆欧($M\Omega$)，它们之间的换算关系为

$$1 M\Omega = 1000 k\Omega = 1\,000\,000 \Omega$$

电阻器的标称值往往和实际值不完全相符，有一定的误差。电阻器的实际值与标称值之差除以标称值所得的百分数称为电阻器的允许误差。一般电阻器允许误差分为三个等级：Ⅰ级为 $\pm 5\%$ ；Ⅱ级为 $\pm 10\%$ ；Ⅲ级为 $\pm 20\%$ 。精密电阻器的允许误差为 $\pm 2\%$ 、 $\pm 1\%$ 、 $\pm 0.5\%$ 等。

2) 电阻器的额定功率

当电流通过电阻器时，电阻器因消耗功率而发热。电阻器所承受的温度是有限的，若不加以限制，电阻器就会被烧坏，其所能承受的温度用其额定功率来加以控制。电阻器长时间工作时允许消耗的功率称为额定功率，常用瓦(W)表示。电阻器额定功率的标称值通常有 $1/8 W$ 、 $1/4 W$ 、 $1/2 W$ 、 $1 W$ 、 $2 W$ 、 $3 W$ 、 $5 W$ 和 $10 W$ 等。在电子电路中常用图

1.2 所示的符号来表示电阻器的额定功率。额定功率愈大，电阻器的体积愈大。

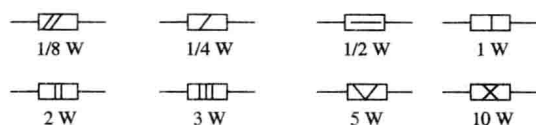


图 1.2 电阻器的额定功率(瓦数)图形符号

2. 电阻器的标记

电阻器的标称值及允许误差的表示方法有两种，一种是数标法，另一种是色环法。

1) 数标法

数标法是在电阻器表面直接用数字标出其阻值和允许误差等级。例如有一只电阻器上标有“47 k Ω ”的字样，表示它的标称值是 47 k Ω ，允许误差不超过 $\pm 10\%$ 。

2) 色环法

对于体积较小的电阻器采用色环法表示其阻值和允许误差。色环法是一种用颜色表示电阻器标称值和允许误差的方法。一般用四道色环或五道色环来表示，各种颜色代表不同的数字。色环颜色代表的数字和意义见表 1.2。目前常用的固定电阻器都采用色环法来表示它们的标称值和允许误差。

表 1.2 色环颜色所代表的数字和意义

色 别	黑	棕	红	橙	黄	绿	蓝	紫	灰	白
数 值	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
倍乘数	10^0	10^1	10^2	10^3	10^4	10^5	10^6	10^7	10^8	10^9
偏 差	金色 $\pm 5\%$		银色 $\pm 10\%$			无色 $\pm 20\%$				

色环的识读方法如下：

四道色环的固定电阻器如图 1.3(a)、(b)所示。拿到一只电阻器后，将金色或银色的那一道色环放在右边，从左至右便是第一、二、三、四道色环，第一道色环表示电阻值的第一位数字，第二道色环表示电阻值的第二位数字，第三道色环表示阻值后加几个零，即倍乘数，阻值单位为 Ω ，第四道色环表示允许误差。读出的阻值大于 1000 Ω 时，应换算成较大单位的阻值，这就是“够千进位”的原则。这样就可读出图 1.3(a)所示电阻器的标称阻值是 1500 Ω (应换算成 1.5 k Ω)，允许误差为 $\pm 5\%$ ；图 1.3(b)所示电阻器的标称值是 100 000 Ω (应换算成 100 k Ω)，允许误差为 $\pm 10\%$ 。

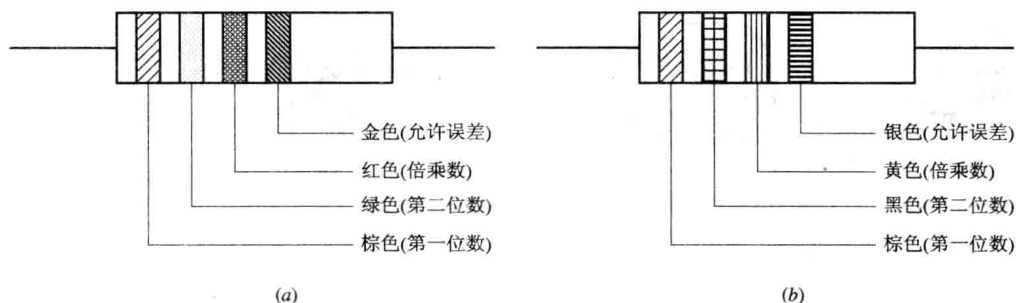


图 1.3 四道色环电阻器的表示方法

五道色环固定电阻器(也称精密电阻器)如图 1.4(a)、(b)所示。目前精密电阻器的允许误差多为 $\pm 1\%$ ，即第五道色环的颜色是棕色。拿到一只五环电阻器后，把棕色的那一道色环放在右边，从左至右便是第一、二、三、四、五道色环。若电阻器的最左和最右环都是棕色，可以按照色环之间的间隔加以判别：对五道色环的电阻而言，第五环与第四环之间的间隔比第一环和第二环之间的间隔宽一些，据此可判断色环的排列顺序。第一、二、三道色环分别表示阻值的第一、二、三位数字，第四道色环表示倍乘数，第五道色环表示允许误差。

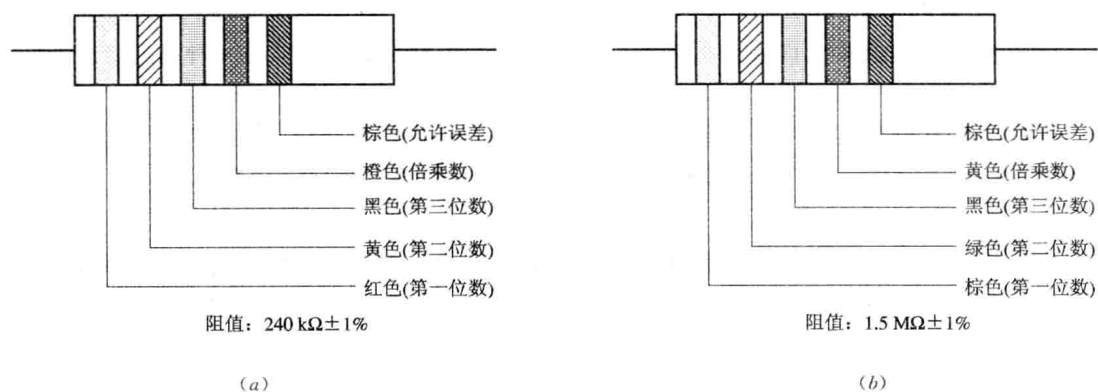


图 1.4 五道色环电阻器的表示方法

1.1.3 其他电阻器及电阻器的检测

1. 半可调式电阻器和电位器

1) 半可调式电阻器

半可调式电阻器又称微调电阻器，其实物图如图 1.5 所示。它主要用在阻值不需要经常变动的电路中，例如偶尔需要调整三极管偏流的电路等。半可调式电阻器用于小电流电路中，多为碳膜电位器，其额定功率较小。

2) 电位器

电位器实际上是一个可调电阻器，典型的电位器实物图如图 1.6 所示。它有三个引出端，其中 1、3 端电阻值最大，1、2 端或 2、3 端之间的电阻值随着与轴相连的簧片位置不同而加以改变。电位器用于电路中需经常改变阻值的地方，如收音机中的音量控制，电视机中的音量、亮度、对比度调节等就是通过电位器来完成的。为了方便，有的电位器上还装有电源开关。图 1.6 中的电位器 4、5 端接电源后起开关作用。

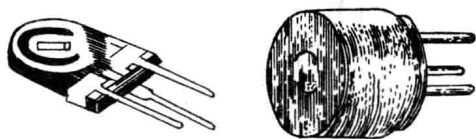


图 1.5 半可调式电阻器实物图

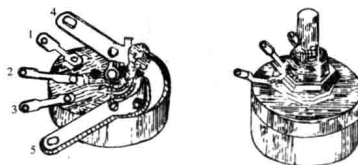


图 1.6 电位器的实物图

2. 电阻器的质量检测

1) 检测固定电阻器

固定电阻器的质量好坏比较容易鉴别。对新买的电阻器先进行外观检查，看外观是否

端正，标志是否清晰，保护漆层是否完好。然后用万用表测量电阻值，看其测量阻值与标称值是否一致，相差值是否在允许误差的范围之内。

2) 检测电位器

电位器的检测方法如下：

(1) 检测电位器固定端的阻值。电位器固定端的阻值即为电位器的标称值，测试方法如图 1.7(a)所示。

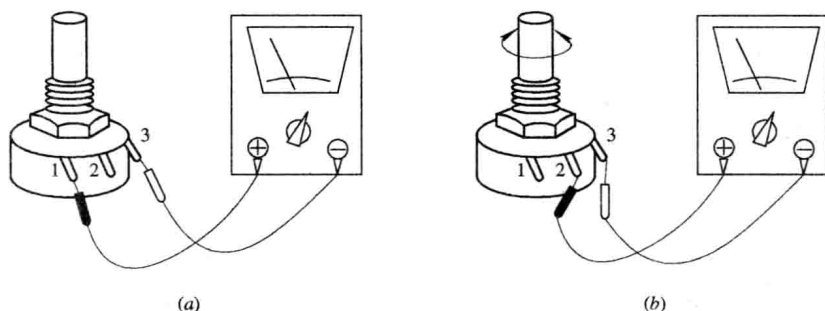


图 1.7 电位器的检测

(a) 测固定端阻值；(b) 测可变端阻值

(2) 检测电位器可变端的阻值。测量电位器活动端和固定端之间的可变电阻值，万用表的接法如图 1.7(b)所示。缓慢旋转电位器的转轴，表针应平稳地移动而不应有急剧变化现象，所示值从 0 至电位器的标称值应平稳连续，若表针有突然变化或停止不动现象，则说明电位器接触点接触不良或已损坏。

若电位器带有开关，则先检测“开”或“关”，看万用表是否指示“通”或“断”。

1.2 电 容 器

在我们生存的物质世界中有许多容器，如油桶、杯子、饭盒等。而在电子设备中，常用到一种特殊的容器，在它的内部可以储存电荷，人们称之为电容器。电容器是一种储存电能的电子元件。两块相互平行且互不接触的金属板就构成一个最简单的电容器，组成电容器的金属板叫做电极。电容器因用途、结构与材料的不同，其品种和规格有许多种。

1.2.1 电容器的作用与分类

1. 电容器的作用

如果把电容器的两块金属板分别接到电池的正、负极上，就会发现，接电池正极的金属板上由于其电子被电池的正极吸引过去而带正电荷；接电池负极的金属板会从电池的负极得到大量的电子而带负电荷。这种现象称为电容器的“充电”。充电时，电路中有电流流动。当两块金属板充电形成的电压与电池电压相等时，充电停止，电路中就没有电流流动了，相当于开路，因此电容器能隔断直流电。

若将电容器与电池分开，用导线把电容器的两块金属板连接起来，再接入一块电流表，则刚接上时，会发现电流表上有电流指示，说明电路中有电流流动。随着时间的推移，

两金属板之间的电压很快降低，直到电流表指示为零，这种现象称为电容器的“放电”。

如果把电容器接到交流电源上，则电容器会交替地进行充电放电，电路中总是有电流流过，即电容器能通过交流电。

综上所述，不难看出电容器具有“隔直通交”的作用。这一特性被广泛应用，在电子电路中，电容器常用来隔断直流电、旁路交流电，还可以进行信号调谐、耦合、滤波、去耦等。

2. 电容器的分类与符号

1) 电容器的分类

(1) 按结构分类：电容器按结构分为固定电容器、可变电容器和微调电容器三类。

(2) 按介质分类：电容器按介质分为陶瓷电容器、云母电容器、纸介电容器、油质电容器、薄膜电容器、电解电容器、钽电容器等。

常见电容器的外形图如图 1.8 所示。

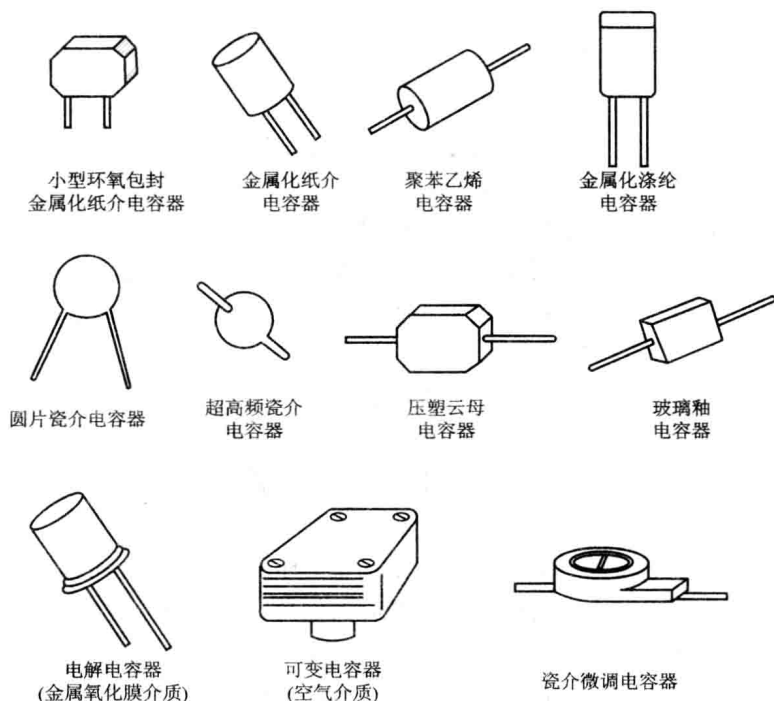


图 1.8 常见电容器的外形图

2) 电容器的符号

电容器在电子电路中的符号见表 1.3。

表 1.3 电容器的符号

名称 项目	固定电容器	可变电容器	微调电容器	电解电容器
文字符号	C	C	C	C
图形符号				

注：在实际电路中，电容器常用斜体 C 表示，并同时表示其电容值。

1.2.2 电容器的主要参数与标记

1. 电容器的主要参数

电容器的主要参数有标称电容量、允许误差、耐压、绝缘电阻等。

1) 标称电容量和允许误差

电容器的电容量是指电容器加上电压后能储存电荷的能力大小，简称电容，用字母 C 表示。电容器储存电荷愈多，电容愈大。电容量与电容器的介质厚度、介质的介电常数、极板面积、极板间距等因素有关。

电容量的基本单位是法拉，用字母“F”表示。常用单位有微法(μF)、皮法(pF)以及纳法(nF)和毫法(mF)，其换算关系如下：

$$1 \text{ 法拉} = 1000 \text{ 毫法} = 1\,000\,000 \text{ 微法}$$

$$1 \text{ 微法} = 1000 \text{ 纳法} = 1\,000\,000 \text{ 皮法}$$

或

$$1 \text{ F} = 10^3 \text{ mF} = 10^6 \mu\text{F}$$

$$1 \mu\text{F} = 10^3 \text{ nF} = 10^6 \text{ pF}$$

电容器上的标称电容量与实际电容量有一定的偏差，实际值与标称值之差除以标称值所得的百分数称为误差。电容器的允许误差分为三个等级：Ⅰ级 $\pm 5\%$ ；Ⅱ级 $\pm 10\%$ ；Ⅲ级 $\pm 20\%$ 。电解电容器的允许误差可大于 $\pm 20\%$ 。

2) 耐压

电容器长期可靠工作时，能承受的最大直流电压就是电容器的耐压，也称为电容器的直流工作电压。应用时电容器实际承受的电压绝对不允许超过其耐压值；一旦超过，电容器就会被击穿短路，造成永久性损坏。

3) 绝缘电阻

由于电容器两极板间的介质不是绝对的绝缘体，因而其电阻不是无穷大，而是一个有限值。电容器两极之间的电阻称为绝缘电阻，或称为漏电阻。一般小容量无极性电容器的绝缘电阻可达 $1000 \text{ M}\Omega$ 以上，而电解电容的绝缘电阻一般较小。电容器漏电会引起能量损耗，影响电容器的寿命和电路的工作性能，因此，电容器的绝缘电阻愈大愈好。

2. 电容器的标记

电容器的表面要求标出主要参数、商标及制造日期。常用的标记方法有直标法、数字符号法、数码标注法和色码标注法。

1) 直标法

直标法就是将电容器的标称容量、允许误差、耐压等数值印在电容器表面上。另外，还有不标电容单位的直标法，即用一位到四位大于1的数字表示电容量，单位是 pF；用零点几表示容量大小时，单位是 μF ，如图 1.9 所示。

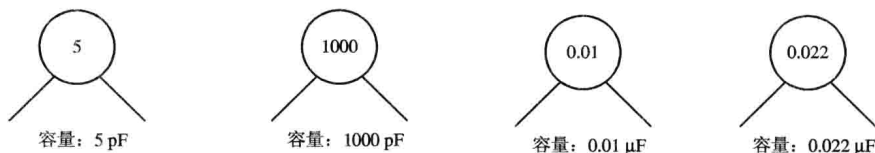


图 1.9 电容器参数的直标法