

电子技术基础

王港元 等 编著



成都科技大学出版社

464133

电 子 技 能 基 础

王港元 刘百芬 左民船 编著
梅志红 王建模 陈 桢

成都科技大学出版社

内 容 提 要

本书是电子技术最基本的普及读物。本书的作者是江西省历届大学生制作大赛的电子类指导老师。他们非常了解要从事电子制作实践,无论是电子专业还是非电子专业的学生,都还缺少一点电子技能基础。本书正是为此而编著的。

本书的最大特点就是实践性。内容从如何识别、检测和选用基础电子元器件(电阻器、电容器、晶体管、集成电路、开关、继电器、接插件、电声器件、传感器等)入手,逐步落实到如何设计、制作和调试一个单元电路或一个简单的电子产品,直观、实在、可动手操作。

本书的另一个特点是通俗易懂。由于本书内容在编排方法上循循善诱,深入浅出,不仅具有大学学历的大学生,刚参加工作的工程技术人员为尽快熟悉业务需要读本书,就是仅具中学文化程度而希望步入电子行业(如家电维修、电子工厂的技工等)的初学者,也需要读而且能读懂本书。有老师指导更好,没有老师指导,读者通过自学本书后,也可自己动手,从事简单的电子技术工作了。

2016/11/19

电 子 技 能 基 础

王港元等 编著

责任编辑:石荣新 何红志

*

成都科技大学出版社出版发行

四川省制版印刷中心印刷

新华书店经销

*

开本:787×1092 1/16 印张:19.75 字数:500千字

版次:1999年4月第1版 印次:1999年4月第1次印刷

印数:1-12 000册

ISBN 7-5616-3833-7/TN·96

定价:26.50元

序 言

以科技观点观察,当今时代正在向信息技术迈进。作为其基础的电子技术,已经渗透到国民经济、国防、科技、文化、教育、人民生活等各个部门。由此,越来越多的人热心学习电子技术,并产生了自己动手维修、设计、制作电子设备、部件、产品的浓厚兴趣和求知欲望。本书的作者大都是江西省历届学生电子制作大赛的指导老师,他们在长期指导学生科技实践与设计制作的教学实践中感到,电子类学生很需要有指导他们从理论走向实践的书籍,本书的编写就在于帮助读者沟通理论与实践的联系,为他们进行维修、设计、制作电子设备及科技开发奠定良好的基础。

本书的突出特点是实用性强。全面系统而又扼要地介绍了常用的电子元件、器件及有关电路的结构、性能、检测方法与应用常识,既有分立元件内容,也有集成电路的知识,有的内容还具有手册的作用。本书就电子制作的设计、组装、调试和常用仪器仪表的正确使用作了进一步的阐述。

本书的另一个特点是通俗易懂,凡有一般的电子技术基础知识者均可阅读。它既适用于一般技术人员又适用于刚参加工作但缺乏实际工作经验的大、中专毕业的工程技术人员以及在校的大、中专学生阅读。

本书的编辑出版必将受到广大电子爱好者的欢迎。

肖纯槐 教授

1999年2月

编者的话

电子技术是一门实践性很强的学科。不少在校学生与自学青年,在学习电子技术课程时总觉得缺乏从理论到实践的指导书,学了不会用。二十一世纪将是一个信息社会,而信息社会的基础是电子技术。江西省教委、团省委和电子学会,为了培养和提高广大青年学生电子技术的实践能力,促进他们的开发、创新意识,每年联合举办一届全省性的大、中(专)学生电子设计制作大赛。多年来,指导老师和参赛学生们都希望有一本较为实际的参考书,为此我们编写了这本书。该书共分十二章,第一、二、三、五、六、七、八、九章由南昌大学王港元、左民船编写,其中全书的插图以及附录的插图制作由南昌大学陈桢绘制。这些章节的内容重点介绍目前常用的电子元器件(包括一些新器件)与有关电路的结构特点、性能参数、识别方法、检测知识和应用常识。第四、十章分别由江西师范大学王建模与华东交通大学刘百芬编写,其内容是介绍印制电路板及其排版设计、绘制方法,前者侧重阐述电子制作中防干扰的措施及手工设计、制作印制电路板的知识,后者主要介绍微机自动布线设计软件包 PROTEL 的运用技巧。第十一、十二章由华东交通大学梅志红编写,主要介绍电子制作的设计、组装、调试方法及常用仪器仪表正确使用知识。本书由王港元教授负责全书定稿并安排各章的习题与实验题。该书本着理论联系实际,以实用为宗旨的原则,力求文字通俗易懂、内容简明扼要。

1999年5月,江西省第十届学生电子设计制作赛将在南昌举行,竞赛委员会希望本书能在赛前尽早与读者见面,感谢《电子天府》廖汇芳总编的大力支持,终于如愿。借此机会,就把此书的出版作为我们向江西省第十届学生电子设计制作大赛10周年的献礼吧!

在编写本书的过程中,得到了我们的前辈肖纯槐教授的关怀,同时还有江西省电子学会、南昌市电子学会金凯元、何幼彬、黄俊跃、周俊祯、田作为、黄乡生、黄业林、莫钊等同志的帮助,在此谨向他们表示诚挚的谢意!

由于作者水平有限,时间匆促,书中难免有错误和不妥之处,敬望读者批评指正。

编者

1999年2月

目 次

1 电子元件及其识别

1.1 电阻器	1
1.1.1 电阻器的特性	1
1.1.2 电阻器与电位器的型号命名方法	1
1.1.3 电阻器的质量参数及选用知识	2
1.1.4 电阻器的串、并联及其作用	5
1.2 电位器	6
1.2.1 电位器的结构与特性	6
1.2.2 电位器的种类	7
1.3 特殊电阻器	8
1.3.1 水泥电阻器	8
1.3.2 熔断电阻器	8
1.3.3 保险丝及其代用	9
1.3.4 敏感型电阻器	10
1.4 电容器	10
1.4.1 电容器的特性	10
1.4.2 电容器的种类及其识别	11
1.4.3 电容器的规格与标志	13
1.4.4 电容器的质量参数	15
1.4.5 电容器的串、并联及其作用	18
1.4.6 用万用表估测电容器的方法	19
1.4.7 电容器的使用常识	21
1.5 电感器	22
1.5.1 电感线圈及其种类、基本参数、绕制方法、使用常识	22
1.5.2 变压器及其种类、特性、设计知识	26
1.5.3 变压器的型号命名方法	33
1.6 习题	34
1.7 测量误差的概念及阻容件的测量	34
1.7.1 测量误差的概念	34
1.7.2 阻容件的识别与检测	36

2 晶体管及其检测

2.1 晶体二极管型号的命名方法	38
2.2 晶体二极管的一般结构及其基本特性	39
2.2.1 晶体二极管的结构	39
2.2.2 二极管的特性和主要参数	39
2.3 几种普通的二极管	41
2.3.1 整流二极管	41

2.3.2 检波二极管	41
2.3.3 开关二极管	42
2.3.4 1N系列塑封(玻封)硅二极管	42
2.3.5 用万用表测试二极管	44
2.4 特殊用途的二极管	46
2.4.1 稳压二极管	46
2.4.2 变容二极管	49
2.4.3 发光二极管(LED)	49
2.4.4 红外发光二极管	53
2.4.5 高压硅堆	55
2.4.6 阻尼二极管	56
2.5 晶体三极管	56
2.5.1 晶体三极管的结构与种类	56
2.5.2 三极管的伏安特性	57
2.5.3 三极管的常用偏置电路	58
2.5.4 三极管的三种工作状态	59
2.5.5 放大电路的三种基本组态	59
2.5.6 三极管的主要技术参数	61
2.5.7 三极管的检测	61
2.6 达林顿管	63
2.6.1 达林顿管的结构特点	63
2.6.2 达林顿管的主要技术参数	64
2.7 常见进口三极管的识别	65
2.8 场效应管	66
2.8.1 场效应管的结构	66
2.8.2 场效应管的特点	66
2.8.3 场效应管的伏安特性及用途	67
2.8.4 用万用表测试场效应管	68
2.9 单向晶闸管	69
2.9.1 单向晶闸管的结构及等效电路	69
2.9.2 单向晶闸管的伏安特性	70
2.9.3 用万用表检测单向晶闸管	70
2.10 双向晶闸管	71
2.10.1 双向晶闸管的结构和伏安特性	71
2.10.2 用万用表检测双向晶闸管	73
2.11 双向触发二极管	73
2.11.1 双向触发二极管的结构及伏安特性	73
2.11.2 双向触发二极管的检测	74
2.12 单结晶体管	74
2.12.1 单结晶体管的结构	74
2.12.2 单结晶体管的伏安特性	75
2.12.3 单结晶体管的检测	76
2.13 习题	76
2.14 晶体二极管、三极管的测试	77

3 集成电路应用常识

3.1 集成电路的结构特点与分类	78
3.1.1 集成电路的结构特点	78
3.1.2 集成电路的分类	79
3.2 数字集成电路的特点与分类	79
3.2.1 数字集成电路的特点	79
3.2.2 数字集成电路的分类	80
3.3 模拟集成电路的特点与分类	80
3.3.1 模拟集成电路的特点	80
3.3.2 模拟集成电路的分类	80
3.4 集成电路引脚排列的识别	81
3.4.1 多引脚的金属圆壳封装 IC	81
3.4.2 金属圆壳封装 IC	81
3.4.3 三端稳压集成电路	81
3.4.4 扁平单列直插 IC	82
3.4.5 扁平双列型 IC	82
3.4.6 非普通排列引脚 IC	82
3.5 集成电路应用须知	83
3.5.1 CMOS IC 应用须知	83
3.5.2 TTL IC 电路应用须知	83
3.6 实际电路举例——555 时基集成电路	84
3.6.1 555 电路的结构特点	84
3.6.2 电路的逻辑关系	85
3.6.3 555 电路的主要参数	85
3.6.4 555 电路的应用	86
3.7 习题	88

4 印制板及其设计与制作

4.1 印制电路板的结构	89
4.2 印制电路板的排版设计	89
4.2.1 印制电路板上的干扰与抑制	89
4.2.2 印制电路板的排版格式	94
4.3 印制板图的绘制	97
4.3.1 整体布局与印制板结构的确定	97
4.3.2 单线不交叉图的绘制	99
4.3.3 排版草图的绘制	103
4.3.4 印制板的手工制作	104
4.4 印制电路与元件的焊接	107
4.5 习题	108
4.6 制作自激多谐振荡器	108

5 开关、继电器、接插件及其选用

5.1 常用开关	110
----------	-----

5.1.1 常用开关的种类	110
5.1.2 开关的主要参数	112
5.2 薄膜开关	112
5.2.1 薄膜开关的结构与性能	112
5.2.2 薄膜开关的特点	113
5.3 水银导电开关	113
5.4 电磁继电器	114
5.4.1 电磁继电器的结构	114
5.4.2 电磁继电器的测试	114
5.4.3 继电器的附加电路	115
5.5 固态继电器	116
5.5.1 固态继电器的结构	116
5.5.2 固态继电器的工作原理	116
5.5.3 固态继电器的参数	117
5.5.4 固态继电器的应用	118
5.6 接插件	119
5.6.1 两芯插头座	119
5.6.2 印制电路板插座	121
5.7 习题	121
5.8 制作电铃声响延时器	121

6 电声器件与片状元件

6.1 扬声器	124
6.1.1 扬声器的种类与结构	124
6.1.2 扬声器的主要参数	125
6.1.3 扬声器的简易检测	126
6.2 传声器	126
6.2.1 动圈式传声器	126
6.2.2 驻极体传声器	127
6.3 耳机和耳塞机	129
6.4 片状元器件	129
6.4.1 片状元器件的特点	129
6.4.2 片状元器件的种类	130
6.4.3 片状元器件的包装	133
6.4.4 片状元器件的印制板焊盘要求	133
6.4.5 片状元器件的贴焊	134
6.5 习题	135
6.6 制作声控开关	135

7 传感器及其应用

7.1 传感器的组成与分类	137
7.1.1 传感器的组成方框图	137
7.1.2 传感器的分类	137
7.2 负温度系数热敏电阻器(NTC)	138

7.2.1 NTC 的特性及外形	138
7.2.2 NTC 的主要参数	138
7.2.3 用万用表检测 NTC	139
7.3 正温度系数热敏电阻器(PTC)	139
7.3.1 PTC 的特性	139
7.3.2 PTC 的主要参数	140
7.3.3 用万用表检测 PTC	140
7.4 压敏电阻器(VSR)	141
7.4.1 压敏电阻器的特点及主要参数	141
7.4.2 用万用表检测压敏电阻器	141
7.5 光敏电阻器	142
7.5.1 光敏电阻器的特性及外形	142
7.5.2 光敏电阻器的主要参数	142
7.6 光敏二极管	143
7.6.1 光敏二极管的特性及外形	143
7.6.2 光敏二极管的主要参数	143
7.6.3 用万用表检测光敏二极管	143
7.7 光敏三极管	143
7.7.1 光敏三极管的特性及外形	143
7.7.2 光敏三极管的主要参数	144
7.8 光耦合器	145
7.8.1 光耦合器的原理与结构	145
7.8.2 光耦合器的种类	145
7.8.3 光耦合器的主要参数	146
7.8.4 光耦合器的应用	147
7.9 热释电人体红外传感器	149
7.9.1 热释电人体红外传感器的结构与工作原理	149
7.9.2 热释电人体红外传感器的应用	151
7.10 霍尔传感器	152
7.10.1 霍尔效应	152
7.10.2 霍尔元件	152
7.10.3 霍尔传感器	154
7.11 气敏传感器	154
7.11.1 气敏传感器的结构与特性	154
7.11.2 气敏传感器的应用	155
7.12 石英晶体元件	156
7.12.1 石英晶体元件的结构	156
7.12.2 石英晶体元件的工作原理	156
7.12.3 石英晶体元件的主要特性	157
7.12.4 石英晶体元件的种类	157
7.12.5 石英晶体元件的型号	157
7.12.6 石英晶体元件的主要参数	158
7.13 陶瓷谐振元件	158
7.13.1 陶瓷谐振元件的结构和特性	158

7.13.2 陶瓷谐振元件的种类	158
7.13.3 陶瓷谐振元件的主要参数	159
7.14 声表面波滤波器	159
7.14.1 声表面波滤波器的工作原理	159
7.14.2 声表面波滤波器的等效电路	160
7.15 肖特基二极管(SBD)	160
7.15.1 肖特基二极管的结构	160
7.15.2 肖特基二极管的伏安特性	161
7.16 习题	161
7.17 制作声光控制照明灯开关	162

8 数码显示器及显示电路

8.1 LED数码管与LED显示器	164
8.1.1 LED数码管的结构	164
8.1.2 LED数码显示器的分类	165
8.1.3 LED数码管的性能特点	166
8.2 液晶显示器(LCD)	166
8.2.1 液晶显示器的结构	166
8.2.2 液晶显示器的工作原理	167
8.3 LED数码显示电路	167
8.3.1 LED数码管的驱动方法	167
8.3.2 几种常用的LED数码显示电路	168
8.4 LCD数码显示电路	173
8.4.1 LCD数码管的驱动方法	173
8.4.2 LCD数码显示电路	174
8.5 习题	175
8.6 制作红外线遥控器	176

9 直流电源

9.1 AC/DC电路	178
9.1.1 交流电源滤波器	178
9.1.2 交流电压变换电路和整流电路	178
9.1.3 稳压电路	179
9.2 三端集成稳压器	180
9.2.1 三端固定输出正稳压器	180
9.2.2 三端固定输出负稳压器	181
9.2.3 三端可调输出正稳压器	181
9.2.4 三端可调输出负稳压器	181
9.2.5 三端集成稳压器的应用	181
9.3 DC/DC电路及开关稳压电源	182
9.3.1 降压式电路	182
9.3.2 升压式电路	184
9.3.3 电压反转式电路	186
9.3.4 高频变压器式开关电源	188

9.4 小型密封蓄电池	190
9.4.1 小型密封蓄电池的结构	190
9.4.2 小型密封蓄电池的性能特点	190
9.4.3 额定容量与额定电压	191
9.4.4 补充电	191
9.5 习题	191
9.6 制作 PWR202A 型开关电源	192

10 微机自动布线设计软件的应用

10.1 印制电路板 CAD 的概述	194
10.2 PROTEL 软件包的主要特性及安装	194
10.2.1 PROTEL 的主要特性	194
10.2.2 PROTEL 软件包的安装	195
10.3 原理图编辑 SCHEDIT	196
10.3.1 如何进入原理图编辑状态	196
10.3.2 SCHEDIT 命令的执行方式	197
10.3.3 SCHEDIT 主菜单命令	197
10.4 原理图应用程序	208
10.4.1 原理图标注程序 ANNOTATE	208
10.4.2 原理图编译程序 POST	209
10.4.3 网络表转换程序 NETTRAN	209
10.4.4 原理图输出程序 SCHPLOT	209
10.4.5 原理图器件库编辑 SLM	211
10.5 印制电路板设计 TRAXEDIT	214
10.5.1 如何 TRAXEDIT 编辑状态	214
10.5.2 TRAXEDIT 编辑命令的执行方法	215
10.5.3 TRAXEDIT 主菜单命令	215
10.6 印制电路板实用程序	229
10.6.1 转换程序	229
10.6.2 印制电路板输出程序 TRAXPLOT	229
10.7 PROTEL 宏指令的设置	232
10.7.1 原理图宏指令的设置(SCHEDIT.KEY)	232
10.7.2 印制板图宏指令的设置(TRAXEDIT.KEY)	233
10.8 使用 PROTEL 设计印制电路板的工作过程	234
10.9 应用举例	235
10.9.1 电路介绍及工作原理	235
10.9.2 原理图器件的绘制	236
10.9.3 原理图的绘制	238
10.9.4 生成网络表文件	244
10.9.5 原理图的输出(打印)	244
10.9.6 绘制印制板图	246
10.9.7 打印印制板图	251
10.10 习题	253
10.11 印制电路板设计的 CAD 技术	254

11 电子制作的设计、组装与调试

11.1 电子制作的设计	255
11.1.1 整机电路的设计	255
11.1.2 整机结构的设计	257
11.2 电子制作的组装	258
11.2.1 电子元器件的检验与筛选	258
11.2.2 电子产品的组装	259
11.3 电子制作的调试	259
11.3.1 调试准备	260
11.3.2 调试步骤	260
11.3.3 调试方法	262
11.4 调试举例	265
11.4.1 整机的工作原理	265
11.4.2 安装方法与静态调整	266
11.4.3 整机交流信号的调整	269
11.5 设计举例	272
11.5.1 明确产品设计的要求	272
11.5.2 方案的选择	272
11.5.3 单元电路的设计、参数计算和器件选择	273
11.5.4 整机电路图的绘制	276
11.6 习题	276

12 常用仪器仪表的正确使用

12.1 万用表	277
12.1.1 万用表的性能	277
12.1.2 万用表的类型	277
12.1.3 正确的电表连接	277
12.2 示波器	278
12.2.1 示波器的说明	278
12.2.2 示波器的使用	280
12.2.3 使用注意事项	281
12.3 JT-1 型晶体管特性图示仪	283
12.3.1 面板结构	283
12.3.2 晶体管图示仪的工作原理	285
12.3.3 图示仪的组成	286
12.3.4 图示仪的主要技术性能	287
12.3.5 图示仪的使用方法	287
12.3.6 使用范例	288
12.4 扫频仪	290
12.4.1 扫频仪的工作原理	290
12.4.2 扫频仪的使用方法	290
主要参考文献	294
附录 常用电气新旧图形符号对照表	295

1 电子元件及其识别

电子仪器、通讯设备、家用电器、自动控制等产品的电子电路,是由电阻器、电容器、电感器、变压器以及晶体二极管、三极管、集成电路、传感器等电子元器件组成的。

1.1 电阻器

1.1.1 电阻器的特性

电子在物体内做定向运动会遇到阻力,这种阻力称为电阻。具有一定电阻数的元器件称为电阻器,习惯简称为电阻。

由实验知,物体电阻的大小与长度 L 成正比,与其横截面积 S 成反比,用公式表示为,

$$R = \rho L / S$$

表 1.1 常用导体的电阻率

式中的比例系数 ρ 叫做物体的电阻系数或电阻率,它与物体材料的性质有关,在数值上等于单位长度、单位面积的物体在 20°C 时所具有的电阻值。

表 1.1 列出了常用导体的电阻率。银、铜、铝等的电阻率比较小,因此,铜、铝被广泛地用来制作导线。银的电阻率虽小,但由于价格很贵,常用做镀银线。而有些合金如康铜、镍铬合金等的电阻率较大,常用来制造电热器及电阻器的电阻丝。

材 料 名 称	20℃时的电阻率 $\rho(\Omega \cdot \text{mm}^2/\text{m})$
银	0.016
铜	0.0172
金	0.022
铝	0.029
钼	0.0477
钨	0.049
锌	0.059
镍	0.073
铁	0.0978
铂	0.105
锡	0.114
铅	0.206
汞	0.958
碳	25
康铜(54%铜,46%镍)	0.50
锰铜(86%铜,12%锰,2%镍)	0.43

不同材料的电阻率是不同的。相同材料做成的导体,直径越大电阻越小,反之则越大。长度越长电阻越大,反之则越小。

此外,导体的电阻大小还与温度有关系。对金属材料,其电阻随着温度的升高而增大,对石墨和碳,其电阻随着温度的升高而减小。

1.1.2 电阻器与电位器的型号命名方法

电阻器的种类很多,从构成材料来分,有碳质电阻器、碳膜电阻器、金属膜电阻器、线绕电阻器等多种。从结构形式来分,有固定电阻器、可变电阻器和电位器三

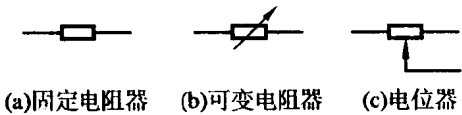


图 1.1 电阻器的符号

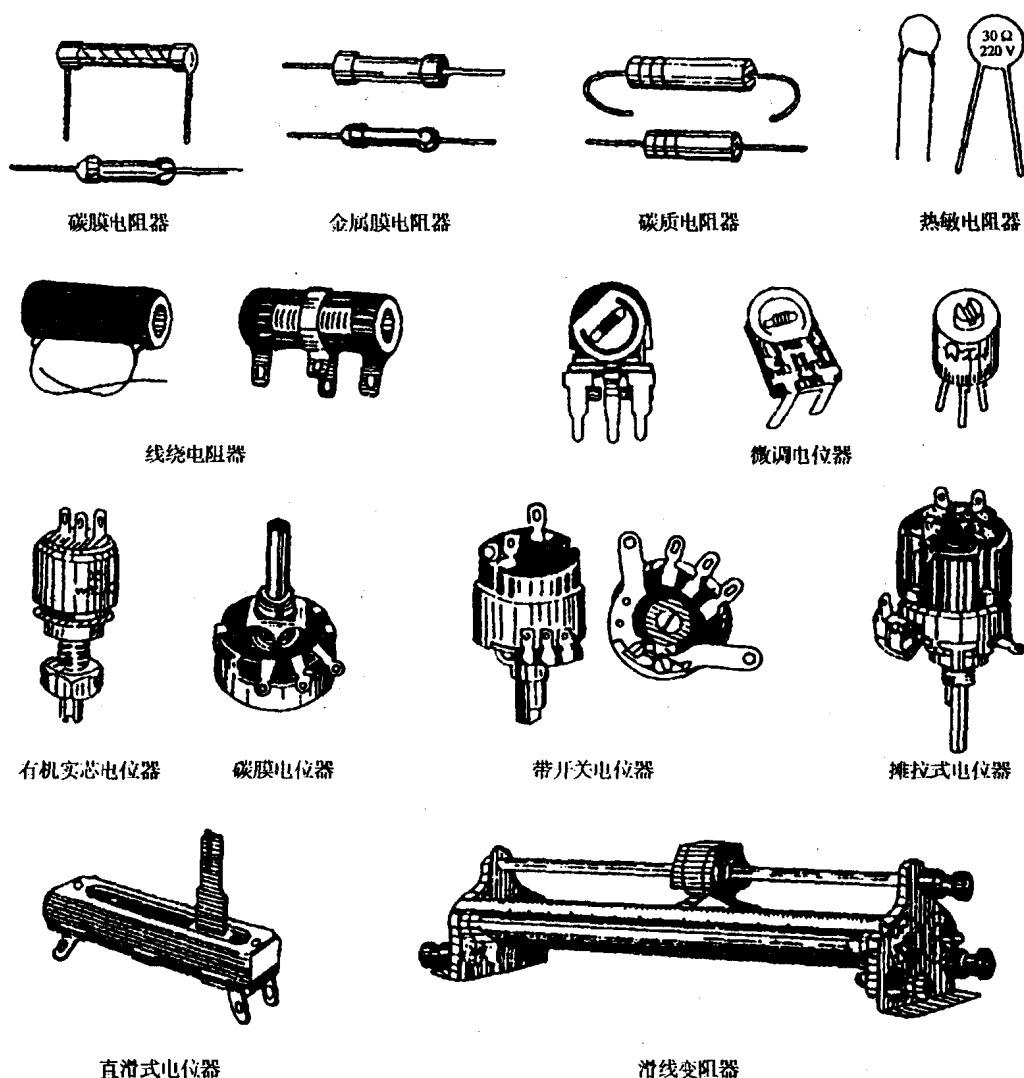


图 1.2 常用电阻器、电位器的外形

种,它们在电路图中的符号如图 1.1 所示。

常用电阻器、电位器的外形见图 1.2。国内电阻器和电位器的型号一般由四部分组成,各部分有其确切的含义,见表 1.2 和图 1.3。字母“ R_T ”表示碳膜电阻,“ R_J ”表示金属膜电阻,“ R_X ”表示线绕电阻。

1.1.3 电阻器的质量参数及选用知识

电阻器主要质量参数是电阻标称阻值、允许误差和额定功率。了解电阻器的质量参数,对合理选用电阻器是必须的。

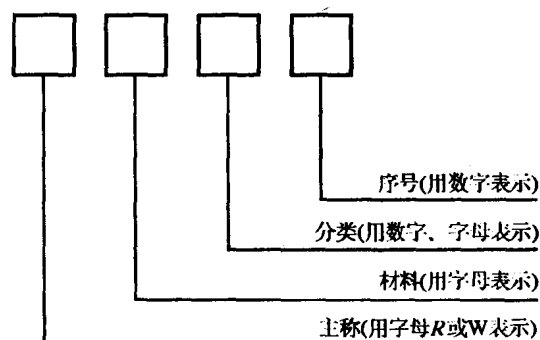


图 1.3 电阻器的型号命名方法

表 1.2 电阻器和电位器的型号命名方法

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		用数字或字母表示分类		用数字表示序号
符号	意义	符号	意义	符号	意义	
R	电阻器	T	碳膜	1	普通	
W	电位器	P	硼碳膜	2	普通	
		U	硅碳膜	3	超高频	
		H	合成膜	4	高阻	
		I	玻璃釉膜	5	高温	
		J	金属膜(箔)	7	精密	
		Y	氧化膜	8	电阻;高压;电位器;特殊	
		S	有机实芯	9	特殊	
		N	无机实芯	G	高功率	
		X	线绕	T	可调	
		C	沉积膜	X	小型	
		G	光敏	L	测量用	
				W	微调	
				D	多圈	

1) 电阻器的标称阻值和误差

电阻的单位是欧姆,用字母 Ω 表示,为识别和计算方便,也常以千欧(k Ω)、兆欧(M Ω)为单位。

$$1 \text{ k}\Omega = 10^3 \Omega$$

$$1 \text{ M}\Omega = 10^3 \text{ k}\Omega = 10^6 \Omega$$

电阻器的标称值按 E24 系列分别有 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 乘以 10^1 、 10^2 、 10^3 、……所得数值,按 E₁₂ 系列分别有 1.0、1.2、1.5、1.8、2.2、2.7、3.3、3.9、4.7、5.6、6.8、8.2 乘以 10^1 、 10^2 、 10^3 、……所得数值,其中 E24 系列电阻器阻值允许误差为 $\pm 5\%$,而 E12 系列允许误差为 $\pm 10\%$ 。

电阻器的标称阻值和误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

直标法是用阿拉伯数字和单位符号在电阻器表面直接标出标称阻值,如图 1.4(a)所示,其允许误差直接用百分数表示。

(2) 文字符号法

文字符号法是用阿拉伯数字和文字符号两者有规律的组合来表示标称阻值,其允许误差也用文字符号表示(表 1.3)。符号前面的数字表示整数阻值,后面的数字依次表示第一位小数阻值和第二位小数阻值,如图 1.4(b)所示的电阻器为金属膜电阻器,额定功率为 0.5 W,阻值为 5.1 k Ω ,误差为 5%。

(3) 色标法

色标法是用不同颜色的带或点在电阻器表面标出标称阻值和允许误差。

图 1.5(a)表示两位有效数字的色标法:普通电

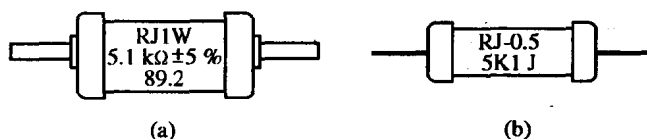


图 1.4 电阻器的直标法与文字符号法

表 1.3 表示允许误差的文字符号

文字符号	允许误差
B	$\pm 0.1\%$
C	$\pm 0.25\%$
D	$\pm 0.5\%$
F	$\pm 1\%$
G	$\pm 2\%$
J	$\pm 5\%$
K	$\pm 10\%$
M	$\pm 20\%$
N	$\pm 30\%$

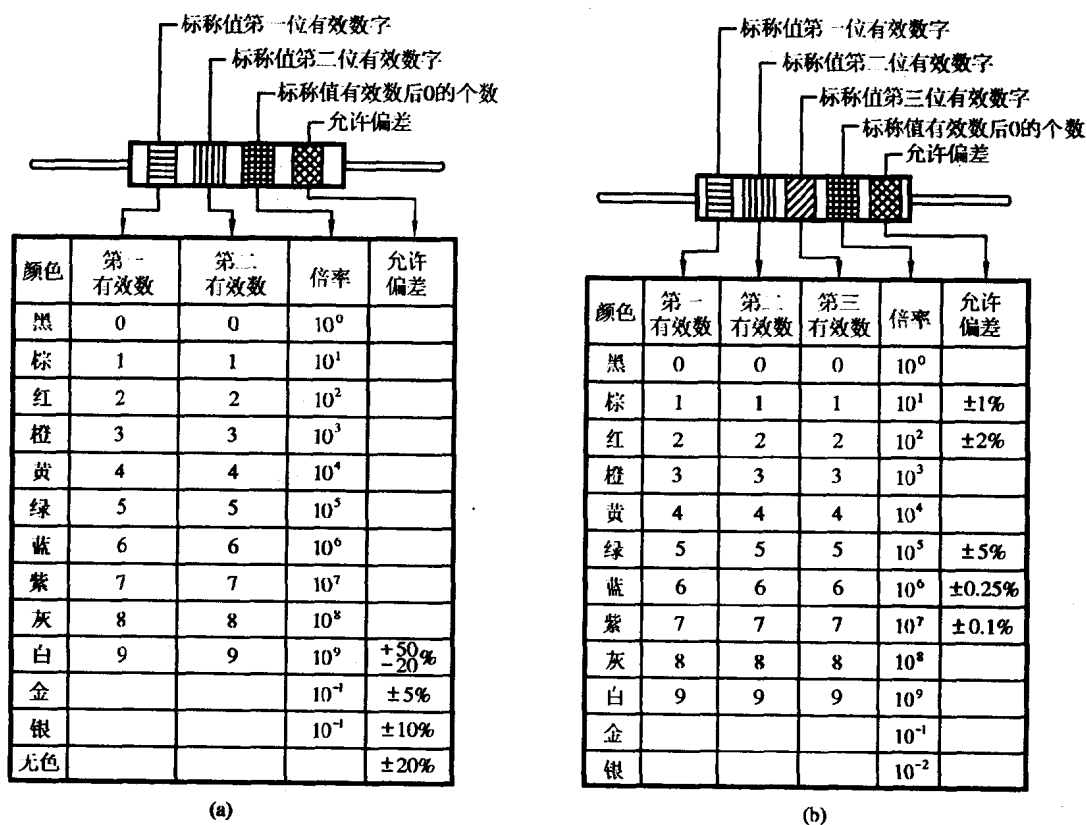


图 1.5 电阻器阻值与误差的色标法

阻器用四条色带表示标称阻值和允许误差,其中三条表示阻值,一条表示误差。例如,电阻器上的色带依次为绿、黑、橙、无色,则表示 $50 \times 1\,000 = 50\text{ k}\Omega \pm 20\%$;又如电阻器的色标是红、红、黑、金,其阻值是 $22 \times 1 = 22\text{ }\Omega$,误差是 5%。

图 1.5(b)表示三位有效数字的色标法:精密电阻器用五条色带表示标称阻值和允许误差。例如:色带是棕、蓝、绿、黑、棕,表示 $165\text{ }\Omega \pm 1\%$ 的电阻器。

2) 电阻的额定功率

当电流通过电阻器的时候,电阻器便会发热。负荷的功率越大,发热越厉害。如果使电阻器发热的功率过大,电阻器就可能承受不了而烧坏。

电阻器在正常大气压及额定温度下,长期连续工作并能满足规定的性能要求时,所允许耗散的最大功率,叫做电阻器的额定功率。

电阻器的额定功率也是采用标准化的额定功率系列值,其中线绕电阻器的额定功率系列为:3 W、4 W、8 W、10 W、16 W、25 W、40 W、50 W、75 W、100 W、150 W、250 W、500 W。非线性绕电阻器的额定功率系列为:0.05 W、0.125 W、0.25 W、0.5 W、1 W、2 W、5 W。

电阻器上的负荷功率可由下面公式算出

$$P = I^2 R \text{ 或 } P = V^2 / R$$

3) 电阻器的温度系数

当电流通过电阻时,电阻就会发热,使电阻的温度升高,它的阻值也会随着发生变化。温度每变化 1°C ,阻值变化的欧姆数与原来的欧姆数之比,就叫做这只电阻的温度系数。温度系数越小,