

孙余凯 吴鸣山 项绮明 等编著

 电子技术技能实训丛书



# 电子技术

## 基础与技能实训 (修订版)



电子工业出版社  
PUBLISHING HOUSE OF ELECTRONICS INDUSTRY

<http://www.phei.com.cn>

电子技术与技能实训丛书

# 电子技术基础与技能实训

(修订版)

孙余凯 吴鸣山 项绮明 等编著

电子工业出版社

Publishing House of Electronics Industry

北京·BEIJING

# 出版说明

发展职业教育是经济社会发展的重要基础和教育工作的战略重点。国务院关于大力发展职业教育的决定中明确指出，为适应全面建设小康社会对高素质劳动者和技能型人才的迫切要求，促进社会主义和谐社会建设，必须以就业为导向，改革与发展职业教育。职业教育要为我国走新型工业化道路，调整经济结构和转变增长方式服务。因此职业教育要以服务社会主义现代化建设为宗旨，要与市场需求和劳动就业紧密结合，要校企合作，建立有中国特色的现代职业教育体系，实施国家技能型人才培养培训工程。

为进一步深化职业教育教学的改革，各类职业学校根据市场和社会需求，在不断更新教学内容，改进教学方法，各家科技出版社也正在为推进现代科学技术在教学中的应用做好教材服务工作。

电子工业出版社一贯重视职业教育工作。在认真学习领会国家相关政策，研究职业教育规律和特点的基础上，组织相关院校和企业共同研发，成功出版了大量职业教育方面的书籍，并取得了很好的社会效益和经济效益。在全国职业教育工作会议隆重召开以后，我社为更好地适应职业教育教学改革的需要，深入职业学校进行了认真调研，组织长期从事电子技术行业工作的专家和在教育第一线的有丰富经验的教师共同编写《电子技术技能实训教程丛书》。我社推出的本丛书是以构建职业标准指导下的能力本位为主导，以提高学生科技素养为宗旨，以就业为导向，指导学生进行专业实践能力的训练，提高学生的技术运用能力和岗位工作能力。

《电子技术技能实训教程丛书》的编写主要遵循了以下原则：

(1) 教学内容充分体现职业性，即本职业生产岗位必备的知识和技能，充分满足本行业生产一线的需求。

(2) 建立职业院校的课程与国家行业标准之间的紧密联系，从职教课程中能清晰地看到国家行业的职业标准要求，形成一种新的职业能力培养的系统化课程。

(3) 行业标准指导下的先进性原则。克服专业教学存在的内容陈旧和不适应产业发展需求的弊端,突出本专业领域的新知识、新技术、新流程、新方法,理论和实践一体化,使之符合职业能力的发展规律,培养学生的学习能力、工作能力、创新思维的能力。

为突出本丛书实用性强的特点,从内容的安排上,以理论指导实践,重点突出技能训练,不仅结合各章内容安排了实训,而且有的书还在全书的最后安排了综合实训项目,使读者将电子专业知识和电子技术灵活运用于实践,在实践中加深理解和积累知识,并在知识和技能不断积累的基础上进行有创造性的实践,从而更有利于技能型人才的培养,更好地提高读者的就业能力、工作能力、职业转换能力和创业能力。

今年修订的电子技术技能实训丛书主要包括《电子技术基础与技能实训(修订版)》,《电子产品制作技术与技能实训(修订版)》,《电子产品装配技术与技能实训(修订版)》,《电子仪表应用技术与技能实训(修订版)》,《传感技术基础与技能实训(修订版)》,《Protel DXP 2004 SP2 应用技术与技能实训(修订版)》。以后将根据职业学校教材的需求不断拓展新的选题。

我们期盼本丛书能成为通俗易懂的、专业性强和实用性强的、学得会和用得巧的职教选用教材和广大读者的自学教程。

電子工業出版社

# 前 言

我国无论是电子产品的生产能力，还是电子产品的社会保有量、生产量都已跃居世界首位。如此强大的生产能力和产品数量，为我国电子产品的生产、调试、维修提供了广阔的市场空间和就业机会。为了适应电子产品生产、调试、销售、维修的市场需求，我们于2006年组织编写了《电子技术基础与技能实训教程》，目标是培养岗位所需的技能型人才。

该书是参照《高等职业技术教育电子信息类专业“双证课程”培养方案》的教学大纲提出的指导内容编写而成的。该书出版后，受到了市场的认可和读者的欢迎，被众多职业学校和企业培训机构选作教材，许多读者来信来电，在表达对图书内容充分肯定的同时也提出了很多好的建议。为了使电子新技术及时得到普及，为使图书产品能够紧贴社会的发展需求，使书中的知识和技能能真正符合岗位的要求，我们重新对该书进行了修订。为了扩大读者群，将书名改为《电子技术基础与技能实训（修订版）》

本书在修订过程中，力图把内容的重点放在培养读者分析问题和解决问题的能力上，其目的就是要使读者具有会看、会分析、会检测、会动手组装并能自行调试的技能。

会看，就是能看懂典型电子设备的电路原理图，了解各部分的组成及其工作原理。因此，本书加强了基本概念和各种类型的基本单元电路介绍，并专设阅读方法的章节。

会分析，就是对基本单元电路的工作性能会进行定性或定量的分析和估算。为此，本书加强了基本原理和基本分析方法。

会检测与会动手组装调试，这是本书的重点，其目的是使读者会选用有关的元器件，会安装最简单的电子装置。为此，在每一章专设一节进行专门的介绍，并在最后一章对实际动手能力做综合训练，使读者对电子元器件的组装和调试方法有一个初步的较全面的了解，为今后安装调试更复杂的电子设备打下良好的基础。

本书最大的特点是基本理论与实际动手能力相结合，是按照企业对复合型高技能人才需求的特点编写而成的。书中将高等职业技术教育电子技术课程内容与电子技术行业技能

培训大纲相结合，其目的就是为了培养既有学历，又有专业技能的复合型人才，对提高读者岗位技能及就业竞争力都具有重要意义。

本书共分 6 个模块，具体内容为常用基本电路元器件的识别及基本放大电路、反馈和振荡电路、集成运算放大电路、直流稳压电源的组成原理，以及电子产品装配与技能实训。各章后均有习题供学生及其他读者练习，以加深对本章内容的了解，附录给出了部分习题参考答案。

本书由孙余凯、吴鸣山、项绮明等编著。参加本书编写工作的人员还有刘跃、王华君、孙静、项宏宇、王国珍、吕晨、项天任、陈帆、刘忠梅、常乃英、孙余平、王五春等。

本书在编写过程中，参考了大量的书刊杂志和有关资料，并引用其中的一些资料，在此一并向有关书刊和资料的作者表示衷心感谢。

现代电子技术发展十分迅速，应用日益广泛。本书作为一本基础性教材，不可能包括电子技术的各个方面。对书中可能出现的错误和不妥之处，敬请广大读者批评指正。

编著者

2012 年 3 月

# 目 录

第 1 章 常用基本元器件的识别与技能实训 .....	1
1.1 电阻类基本元件的识别 .....	1
1.1.1 电阻器的基本类型 .....	1
1.1.2 电阻器电阻值单位的换算 .....	2
1.1.3 电阻器和电位器额定功率的识别 .....	2
1.1.4 电阻器主要参数的识别 .....	3
1.1.5 固定电阻器外形和电路图形符号的识别 .....	4
1.1.6 可变电阻器的识别 .....	6
1.1.7 热敏电阻器的识别 .....	7
1.1.8 光敏电阻器的识别 .....	9
1.1.9 表面安装电阻器的识别 .....	10
1.2 电容类基本元件的识别 .....	11
1.2.1 电容器的类型 .....	11
1.2.2 电容器的主要参数 .....	11
1.2.3 电容器的识别 .....	13
1.2.4 固定无极性电容器的识别 .....	16
1.2.5 固定有极性电容器的识别 .....	17
1.2.6 可变电容器的识别 .....	18
1.2.7 表面安装电容器的识别 .....	19
1.3 电感类基本元件的识别 .....	22
1.3.1 电感类元件类型 .....	22
1.3.2 电感器的外形及符号 .....	23
1.3.3 电感器的主要参数 .....	24
1.3.4 电感器的识别 .....	25
1.3.5 变压器的识别 .....	27
1.3.6 表面安装电感器的识别 .....	29
1.4 半导体二极管的识别 .....	30
1.4.1 二极管的种类 .....	30
1.4.2 半导体和晶体与 PN 结 .....	30
1.4.3 二极管的结构特点 .....	32
1.4.4 半导体二极管的电路符号 .....	33
1.4.5 普通整流二极管 .....	34

1.5	稳压二极管的识别.....	35
1.5.1	稳压二极管的结构.....	35
1.5.2	稳压二极管的伏安特性.....	35
1.5.3	稳压二极管的封装与类型.....	36
1.6	发光二极管的识别.....	37
1.6.1	发光二极管的类型.....	37
1.6.2	发光二极管的外形及电路符号识别.....	37
1.6.3	发光二极管的结构特点.....	37
1.6.4	发光二极管的单向导电特性.....	38
1.6.5	发光二极管的工作电流和电压.....	38
1.6.6	发光二极管的典型应用.....	39
1.6.7	红外发光二极管.....	39
1.7	表面安装二极管的识别.....	41
1.7.1	圆柱形二极管.....	41
1.7.2	片状形二极管的识别.....	41
1.7.3	表面安装二极管的识别.....	41
1.8	半导体三极管的识别.....	42
1.8.1	三极管的基本结构.....	43
1.8.2	三极管的电路符号.....	44
1.8.3	三极管的类型.....	44
1.8.4	三极管的基本工作条件.....	45
1.8.5	三极管在电路中的三种基本连接.....	46
1.8.6	三极管的输入和输出特性.....	47
1.8.7	三极管三种工作状态的特点.....	48
1.8.8	晶体三极管的电流放大原理.....	49
1.8.9	晶体三极管的电子开关原理.....	50
1.8.10	晶体三极管的主要参数.....	51
1.8.11	表面安装三极管的识别.....	51
1.9	场效应晶体管的识别.....	52
1.9.1	场效应晶体管的类型.....	52
1.9.2	结型场效应晶体管的结构原理.....	53
1.9.3	绝缘栅场效应晶体管.....	55
1.9.4	场效应晶体管的主要参数.....	59
1.10	集成电路的识别.....	61
1.10.1	集成电路类型.....	61
1.10.2	集成电路引脚排列识别.....	62
1.10.3	集成电路主要参数.....	62
1.10.4	表面安装集成电路.....	63
1.11	常用电子元器件选用的原则和方法.....	65



1.11.1	电阻器的选用 .....	65
1.11.2	电位器的选用 .....	66
1.11.3	电容器的选用 .....	66
1.11.4	电感器的选用 .....	67
1.11.5	变压器的选用 .....	68
1.11.6	二极管的选用 .....	68
1.11.7	三极管的选用 .....	69
1.11.8	集成电路的选用 .....	69
1.12	普通元器件的检测技能实训 .....	70
1.12.1	电阻器的检测 .....	70
1.12.2	电位器的检测 .....	71
1.12.3	固定电容器的检测 .....	73
1.12.4	电解电容器的检测 .....	74
1.12.5	可变电容器的检测 .....	75
1.12.6	电感类元件的检测 .....	75
1.12.7	半导体二极管的检测 .....	76
1.12.8	稳压二极管的检测 .....	78
1.12.9	发光二极管的检测 .....	78
1.12.10	晶体三极管的检测 .....	79
1.12.11	场效应晶体管的检测 .....	82
1.12.12	集成电路的检测 .....	83
1.13	片状元器件的检测技能实训 .....	84
1.13.1	片状电阻器的检测 .....	84
1.13.2	片状电容器的检测 .....	85
1.13.3	片状二极管的检测 .....	85
1.13.4	片状三极管的检测 .....	85
	本章小结 .....	87
	习题 1 .....	89
<b>第 2 章</b>	<b>基本放大电路的组成与技能实训 .....</b>	<b>93</b>
2.1	放大电路组成的基本原则 .....	93
2.2	共发射极放大电路 .....	93
2.2.1	共发射极放大电路的组成 .....	93
2.2.2	分压偏置式共发射极放大电路 .....	95
2.3	共集电极放大电路 .....	95
2.3.1	共集电极放大电路的组成 .....	95
2.3.2	共集电极放大电路的特点 .....	96
2.4	共基极放大电路 .....	96
2.4.1	共基极放大电路的组成 .....	96

2.4.2	共基极放大电路的特点.....	97
2.5	基本放大电路的分析方法.....	97
2.5.1	直流和交流通路及其简化方法.....	97
2.5.2	基本放大器的近似计算法.....	98
2.5.3	基本放大器的图解分析法.....	102
2.5.4	基本放大器的近似估算与图解法举例.....	109
2.5.5	基本放大器的等效电路分析法.....	110
2.6	放大器的偏置电路.....	113
2.6.1	利用输出电压稳定工作点的偏置电路.....	113
2.6.2	分压式稳定工作点偏置电路.....	114
2.6.3	二极管温度补偿偏置电路.....	116
2.7	场效应晶体管基本放大电路.....	117
2.7.1	场效应晶体管基本直流偏置电路.....	117
2.7.2	场效应晶体管基本放大电路静态工作点的分析.....	118
2.7.3	场效应晶体管基本放大电路的动态分析.....	122
2.8	多级基本放大电路.....	125
2.8.1	阻容耦合多级基本放大电路.....	125
2.8.2	变压器耦合多级基本放大电路.....	127
2.8.3	直接耦合多级基本放大电路.....	128
2.8.4	场效应晶体管多级基本放大电路.....	131
2.9	分立元器件基本功率放大电路.....	134
2.9.1	单管甲类基本功率放大电路.....	134
2.9.2	乙类推挽基本功率放大电路.....	135
2.9.3	甲乙类推挽基本功率放大电路.....	136
2.9.4	有输入变压器的 OTL 基本功率放大电路.....	136
2.9.5	互补对称式推挽 OTL 基本功率放大电路.....	138
2.9.6	复合互补对称式推挽 OTL 功率放大电路.....	139
2.10	集成电路 OTL 基本功率放大电路.....	140
2.11	集成电路 OCL 基本功率放大电路.....	143
2.11.1	OCL 基本功率放大电路的特点.....	143
2.11.2	OCL 基本功率放大电路的基本组成.....	144
2.11.3	集成块 OCL 基本功率放大电路引脚的识别.....	146
2.12	集成电路 BTL 基本功率放大电路.....	147
2.12.1	集成电路 BTL 基本功率放大电路基理.....	147
2.12.2	集成电路 BTL 基本功率放大倒相级电路.....	148
2.12.3	集成电路 BTL 基本功率放大电路分析.....	149
2.13	基本放大电路的技能实训.....	151
2.13.1	阻容耦合单级小信号基本放大电路实训.....	152
2.13.2	基本射极输出电路实训.....	154

2.13.3	两级阻容耦合基本放大电路实训.....	156
2.13.4	结型场效应晶体管基本放大电路实训.....	158
2.13.5	基本甲类低频功率放大电路实训.....	162
2.13.6	基本推挽放大电路实训.....	163
2.13.7	基本 OTL 功率放大电路实训.....	164
	本章小结.....	165
	习题 2.....	166
<b>第 3 章</b>	<b>反馈放大器与振荡电路的技能实训.....</b>	<b>175</b>
3.1	反馈的基本概念.....	175
3.1.1	反馈的定义.....	175
3.1.2	反馈的作用.....	175
3.2	负反馈放大器的组成和类型.....	175
3.2.1	负反馈放大器的组成.....	175
3.2.2	负反馈放大器的类型.....	176
3.3	各种电路反馈方式的判别.....	178
3.3.1	电路中有无反馈的判别.....	178
3.3.2	反馈电路是直流反馈还是交流反馈的判别.....	178
3.3.3	反馈电路是正反馈还是负反馈的判别.....	179
3.3.4	反馈电路是串联反馈还是并联反馈的判别.....	180
3.3.5	反馈电路是电压反馈还是电流反馈的判别.....	181
3.4	典型负反馈放大器的电路分析.....	182
3.4.1	电流并联负反馈放大电路.....	182
3.4.2	电压并联负反馈放大电路.....	183
3.4.3	电流串联负反馈放大电路.....	184
3.4.4	电压串联负反馈放大电路.....	185
3.4.5	判断反馈类型和性质的方法举例.....	186
3.5	负反馈放大器的近似估算.....	188
3.5.1	电压放大倍数的近似估算.....	188
3.5.2	输入电阻值的近似估算.....	188
3.5.3	输出电阻值的近似估算.....	188
3.6	反馈型自激振荡电路.....	189
3.6.1	振荡的基本概念.....	189
3.6.2	变压器反馈 LC 振荡电路.....	190
3.6.3	电感三点式振荡电路.....	192
3.6.4	电容三点式振荡电路.....	193
3.6.5	改进的电容三点式振荡电路.....	193
3.6.6	RC 文氏电桥振荡电路.....	194
3.6.7	并联型晶体振荡电路.....	195

3.6.8 串联型晶体振荡电路.....	195
3.7 负反馈放大电路的技能实训.....	196
3.7.1 负反馈放大电路实训.....	196
3.7.2 负反馈放大电路实训步骤.....	197
3.8 LC 振荡电路的技能实训.....	197
3.8.1 LC 振荡电路实训.....	197
3.8.2 LC 振荡电路实训步骤.....	198
3.9 RC 正弦波振荡电路的技能实训.....	199
3.9.1 RC 振荡电路实训.....	199
3.9.2 RC 振荡电路实训步骤.....	200
本章小结.....	200
习题 3.....	200
<b>第 4 章 集成运算放大器的组成与技能实训.....</b>	<b>205</b>
4.1 集成运算放大器的结构与特点.....	205
4.1.1 集成运算放大器的分类.....	205
4.1.2 集成运算放大器的基本结构.....	205
4.1.3 集成运算放大器的符号识别.....	206
4.1.4 集成运算放大器的基本特性.....	207
4.1.5 集成运算放大器的封装与引脚功能.....	207
4.2 集成运算放大器的放大倍数与主要参数.....	211
4.2.1 集成运算放大器的两个放大倍数.....	211
4.2.2 集成运算放大器的主要参数.....	212
4.3 基本集成运算放大器的典型应用.....	214
4.3.1 反相输入放大器.....	214
4.3.2 反相交流放大电路识图.....	215
4.3.3 同相输入放大器.....	215
4.3.4 同相交流放大器识图.....	216
4.3.5 射极跟随电路.....	216
4.3.6 差动输入放大器.....	217
4.4 集成运算放大器信号运算电路.....	218
4.4.1 加法运算器电路.....	218
4.4.2 减法运算放大电路.....	219
4.4.3 加减法运算电路.....	219
4.5 集成运算放大器电路的技能实训.....	220
4.5.1 集成运算放大电路实训.....	220
4.5.2 集成运算放大电路的应用.....	220
4.5.3 采用集成运算电路实现反相比例运算实训.....	221
4.5.4 采用集成运算电路实现同相比例运算实训.....	222

4.5.5 采用集成运算放大电路实现组合运算实训.....	222
本章小结.....	222
习题 4.....	223
<b>第 5 章 直流稳压电路的组成与技能实训.....</b>	<b>225</b>
5.1 直流稳压电源.....	225
5.1.1 直流稳压电源组成方框图.....	225
5.1.2 直流稳压电源电路的组成.....	225
5.2 整流电路.....	226
5.2.1 整流电路的类型.....	226
5.2.2 整流元件参数的计算.....	227
5.3 滤波电路.....	229
5.3.1 滤波电路常用元件.....	229
5.3.2 滤波电路类型.....	229
5.4 分立元器件稳压电路.....	232
5.4.1 硅稳压管稳压电路.....	232
5.4.2 串联型晶体管稳压电路.....	232
5.4.3 具有放大环节的串联稳压电路.....	233
5.5 稳压集成电路.....	235
5.5.1 三端固定正电压输出稳压器封装与引脚识别.....	235
5.5.2 三端固定负电压输出稳压器封装与引脚识别.....	237
5.5.3 三端可调电压输出稳压电路封装与引脚识别.....	237
5.5.4 三端固定稳压块 78××系列稳压电路.....	237
5.5.5 可扩展 7800 系列三端稳压集成块输出电流的典型应用电路.....	238
5.5.6 可扩展 7900 系列三端稳压集成块输出电流的典型应用电路.....	238
5.5.7 由 LM317 构成的 1.5 V 典型稳压电路.....	239
5.5.8 由 LM317 构成的恒流源典型应用电路.....	239
5.5.9 由 AN7800 构成的上调式典型稳压电路.....	240
5.5.10 由 AN7800 构成的自零调压式典型稳压电路.....	240
5.6 直流稳压电源电路的技能实训.....	241
5.6.1 直流稳压电路实训.....	241
5.6.2 直流稳压电源电路实训步骤.....	242
本章小结.....	243
习题 5.....	243
<b>第 6 章 电子产品的安装与技能实训.....</b>	<b>247</b>
6.1 读识电路图的基本知识与方法.....	247
6.1.1 常用元器件的基本知识.....	247
6.1.2 基本单元电路及其相关知识.....	247

6.1.3	电路图读识的基本方法.....	247
6.2	安装收音机的方法与步骤.....	248
6.2.1	收音机电路元器件基本知识.....	248
6.2.2	收音机的工作原理及整机电路.....	248
6.2.3	电原理图和印制电路板图的识读.....	250
6.2.4	安装前的检查及安装步骤.....	250
6.2.5	元器件的焊接方法.....	251
6.2.6	安装中遇到问题的处理.....	252
6.3	集成电路中波收音机电路图的识读.....	253
6.3.1	集成块 D7642 简介.....	253
6.3.2	集成电路中波收音机电路工作原理.....	254
6.4	集成电路中波收音机电路主要元器件的选用和检测.....	254
6.4.1	集成电路 D7642 的检测.....	254
6.4.2	可变电容器的识别与检测.....	255
6.4.3	磁性天线的识别与检测.....	255
6.4.4	微型带开关电位器的识别与检测.....	256
6.4.5	立体声耳机的识别与检测.....	257
6.4.6	耳机插座的识别与检测.....	258
6.4.7	晶体三极管的选择.....	258
6.4.8	阻容元件的选择.....	258
6.5	集成电路中波收音机电路板的制作.....	259
6.5.1	制作集成电路中波收音机电路板的材料准备.....	259
6.5.2	集成电路中波收音机电路板的设计与制作.....	259
6.6	安装集成电路中波收音机技能实训.....	260
6.6.1	焊接技术的训练.....	260
6.6.2	安装集成电路中波收音机的方法.....	261
6.6.3	集成电路中波收音机的调试.....	261
6.6.4	写实训报告.....	261
	本章小结.....	261
	习题 6.....	261
<b>附录 A 习题答案.....</b>		<b>263</b>
	习题 1 答案.....	263
	习题 2 答案.....	263
	习题 3 答案.....	265
	习题 4 答案.....	265
	习题 5 答案.....	266
	习题 6 答案.....	266

# 第 1 章 常用基本元器件的识别与技能实训

在电子设备电路中，电阻器、电容器、电感器、半导体二极管、半导体三极管、场效应晶体管等，是最基本的元器件。了解它们的特性，熟悉它们的作用，是学习电子技术电路的基础。

## 1.1 电阻类基本元件的识别

电阻类基本元件包括固定电阻器、可变电阻器、电位器等。导线是电阻值近似为零的电阻器；开关是可控的电阻值为零或无穷大的电阻器。许多实用电子、电气元件（如灯泡、扬声器的音圈等）都可以在一定条件下近似看作电阻类元件。

### 1.1.1 电阻器的基本类型

电阻器通常分为固定电阻器、可变电阻器、敏感电阻器、熔断电阻器及其他类型电阻器。常见的固定电阻器有 RT 型碳膜电阻器，RJ 型金属膜电阻器，RY 型氧化膜电阻器及 RX 型线绕电阻器等。

#### 1. 碳膜电阻器

碳膜电阻器是将真空高温热分解出的结晶碳膜沉积在柱形或管形陶瓷骨架上制成的。通过改变碳膜的厚度和使用刻槽的方法变更碳膜的长度，可以得到不同的电阻值。由于此类电阻器价格低廉，故应用最广泛。

#### 2. 金属膜电阻器

金属膜电阻器是用真空加热蒸发（或高温分解、化学沉积或烧渗等方法）技术，将合金材料（有高阻值、中阻值、低阻值 3 种）蒸镀在陶瓷骨架上制成的。通过刻槽或改变金属膜厚度可以控制电阻值的大小。这种电阻器的耐热性及稳定性均比碳膜电阻器好。同时，它的噪声低、体积小，但价格贵，被广泛应用于对稳定性和可靠性要求较高的电路中。

#### 3. 线绕电阻器

线绕电阻器是用高电阻值的合金丝（即电阻器丝，采用镍铬丝、锰铜丝等材料制成）缠绕在绝缘基棒上制成的。它具有电阻值范围大（ $0.1\sim 5\text{ M}\Omega$ ）、噪声小、温度系数小、耐高温及承受负荷功率大（最大可达  $500\text{ W}$ ）等优点，缺点是高频特性差。

线绕电阻器有固定式和可调式 2 种，可调式是从电阻器体上引出一个滑动端子，滑动该端子可对电阻值进行调整。

#### 4. 金属氧化膜电阻器

金属氧化膜电阻器是用锡和锡的化合物配制成溶液，经喷雾送入  $500\sim 550^\circ\text{C}$  的恒温炉，涂覆在旋转的陶瓷基体上形成的。其性能与金属膜电阻器类似，但电阻值变化范围窄。其

典型的特点是金属氧化膜与陶瓷基体结合得更牢，耐酸碱能力强，抗盐雾，因而适用于恶劣的工作环境。

### 5. 玻璃釉电阻器

玻璃釉电阻器属于厚膜电阻器，型号为 RI。目前用得较多的是钉系玻璃釉电阻器，它具有温度系数小，噪声低，稳定可靠，耐潮性好及负荷稳定性好等特点。

### 6. 合成碳膜电阻器

合成碳膜电阻器又称合成膜电阻器，型号为 RH。其抗潮性和电压稳定性差，噪声高，频率特性差，但便于制成高电阻值、高精度电阻器，故多用于直流仪表中。

### 7. 有机实芯电阻器

有机实芯电阻器型号为 RS，这种电阻器具有良好的绝缘外壳，在环境恶劣和超负荷使用的情况下无断路现象，且体积小，易焊接，适用于要求精度高的场合。

### 8. 可变电阻器

可变电阻器通常又分为微调电阻器和电位器。电位器又分为单联电位器、双联电位器、多联电位器、带开关电位器等。

### 9. 敏感电阻器

敏感电阻器常见有热敏电阻器、压敏电阻器、光敏电阻器、湿敏电阻器、磁敏电阻器、气敏电阻器等。

### 10. 熔断电阻器

熔断电阻器是一种保护性元件，通常用来对电路的工作进行保护，一旦被保护电路出现问题使电流过大时，就会迅速熔断，对电路元件进行保护。

## 1.1.2 电阻器电阻值单位的换算

电流通过电阻器时，电阻器对电流有阻碍作用，其阻碍大小，即为电阻值。

电阻器电阻值的基本单位是欧姆（简称欧），其符号用希腊文“ $\Omega$ ”表示，在实际使用中还用到更大的单位如千欧（ $k\Omega$ ）和兆欧（ $M\Omega$ ）。它们之间的换算关系为：

$$1 \text{ 千欧 (k}\Omega\text{)} = 1000 \text{ 欧 (}\Omega\text{)}$$

$$1 \text{ 兆欧 (M}\Omega\text{)} = 1000 \text{ 千欧 (k}\Omega\text{)} = 1000000 \text{ 欧 (}\Omega\text{)}$$

固定电阻器的类型最多，应用也最广泛，既有大功率的电阻器，又有各种小功率的电阻器，标称电阻值最全面。

## 1.1.3 电阻器和电位器额定功率的识别

当电流流过电阻器和电位器的时候，电阻器和电位器便会发热。功率越大，电阻器或电位器发热越厉害。如果使电阻器发热的功率过大，电阻器或电位器就会烧坏。电阻器或电位器长时间正常工作允许所加的最大功率叫做额定功率。功率的基本单位是瓦特（简称瓦），其符号用“W”表示。

电阻器的额定功率，通常有  $1/8 \text{ W}$ （瓦）、 $1/4 \text{ W}$ 、 $1/2 \text{ W}$ 、 $1 \text{ W}$ 、 $2 \text{ W}$ 、 $3 \text{ W}$ 、 $4 \text{ W}$ 、 $5 \text{ W}$ 、 $10 \text{ W}$  等。 $1/8 \text{ W}$  和  $1/4 \text{ W}$  电阻器应用较广泛。



电路图中电阻器的额定功率标注方法，有的是在图中直接标出该电阻器的功率数值，如 1/4 W，3 W 等。也有的用图 1-1 所示的电路图形来表示。

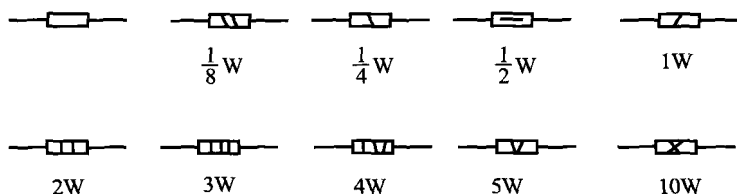


图 1-1 不同功率电阻器的图形符号

### 1.1.4 电阻器主要参数的识别

电阻器的额定功率、电阻值及允许误差一般都标在电阻器上。额定功率较大的电阻器，一般都将额定功率直接印在电阻器的表面上。

电阻值及允许误差有直标识别法、文字符号识别法和色环注识别法三种。

#### 1. 直标识别法

所谓直标识别法就是电阻值用阿拉伯数字，允许误差用百分数，直接在电阻器体上标注出来。例如：3 kΩ±5%、5 MΩ±10%等。

#### 2. 文字符号识别法

所谓文字符号识别法就是电阻值用数字与符号组合在一起来表示。组合规律如下。

##### (1) 文字符号

文字符号 Ω、K、M 前面的数字表示整数电阻值，文字符号后面的数字表示小数点后的小数电阻值。

##### (2) 允许误差

允许误差用符号：J 为±5%；K 为±10%；M 为±20%。

例如：3Ω3K 表示 3.3 Ω±10%，这种表示法可避免因小数点蹭掉而误识标记。

#### 3. 色环标注识别法

小型化的电阻器都采用色环标注识别法，用标在电阻器体上不同颜色的色环作为标称电阻值和允许误差的标记。

普通精度的电阻器用 4 条色环表示，如图 1-2 所示。左边（与端头距离最近的）为第一色环，顺次向右为第二、第三、第四色环。各色环所代表的意义为：

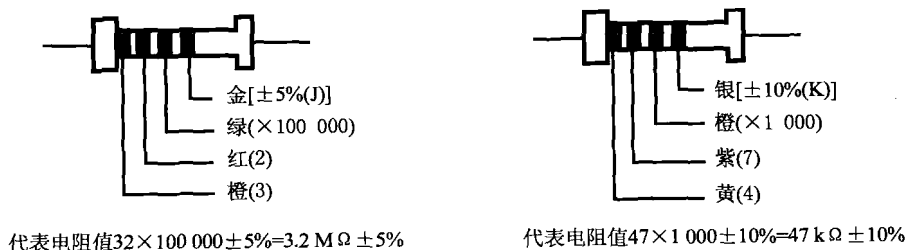


图 1-2 色环电阻值的表示方法

