

21

21 SHIJI GAOZHIGAOZHUAN DIANZI JISHU GUIHUA JIAOCAI

世纪高职高专电子技术规划教材

电子产品

组装工艺与设备

杨清学 主编

- 引入工程实践
- 突出基本概念
- 注重技能训练

免费提供

电子教案
习题解答



人民邮电出版社

POSTS & TELECOM PRESS

杨清学 主编

人民邮电出版社

技术指 (010) 61135253 装热量测菜印 (010) 61135253 装热装照香菓

图书在版编目 (CIP) 数据

电子产品组装工艺与设备 / 杨清学主编. —北京: 人民邮电出版社, 2007.9
21 世纪高职高专电子技术规划教材

ISBN 978-7-115-16437-7

I. 电… II. 杨… III. 电子设备—装配—高等学校: 技术学校—教材 IV. TN05
中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2007) 第 091367 号

内 容 提 要

本书主要包括常用电子元器件、电路图的识读与常用工艺文件、印制电路板、常用装配工具与准备工艺、常用设备、焊接技术、常用电子测量仪器及电子产品的总装与检验。本书中包含 9 个实训内容, 使学生在理论学习的同时, 能够进行实际操作。

本书可作为高职高专院校电子类专业的教材, 也可作为广大电子爱好者的自学参考书。

21 世纪高职高专电子技术规划教材

电子产品组装工艺与设备

◆ 主 编 杨清学

责任编辑 赵慧君

◆ 人民邮电出版社出版发行 北京市崇文区夕照寺街 14 号

邮编 100061 电子函件 315@ptpress.com.cn

网址 <http://www.ptpress.com.cn>

北京天时彩色印刷有限公司印刷

新华书店总店北京发行所经销

◆ 开本: 787×1092 1/16

印张: 12.75

字数: 303 千字

印数: 1—3 000 册

2007 年 9 月第 1 版

2007 年 9 月北京第 1 次印刷

ISBN 978-7-115-16437-7/TN

定价: 20.00 元

读者服务热线: (010)67170985 印装质量热线: (010)67129223

21 世纪高职高专电子技术规划教材

编 委 会

主 任 王俊鹏

副主任 张惠敏 向 伟

编 委 (以姓氏笔画为序)

朱乃立 阮友德 许恒玉 苏本庆 余本海

李存永 肖 珑 邱寄帆 张新成 林训超

胡修池 胡起宙 赵慧君 曾令琴 韩 丽

程 勇 潘春燕

丛书出版前言

遵照教育部提出的以就业为导向，高职高专教育从专业本位向职业岗位和就业为本转变的指导思想，人民邮电出版社协同一些高职高专院校和相关企业共同开发了 21 世纪高职高专电子技术规划教材。

随着职业教育在我国不断深化，各高职高专院校越来越关注人才培养的模式与专业课程设置，越来越关心学生将来的就业岗位，并开始注重培养学生的职业能力。但是我们看到，高职高专院校所培养的人才与市场上需要的技术应用型人才仍存在差距。那么如何在保证知识体系完整性的同时，能在教材中体现正在应用的技术、正在发展的技术和前沿的技术成了本套教材探讨的重点，为此我们在如下几个方面做了努力和尝试。

1. 针对电子类专业基础课程较经典，及知识点又相对统一、固定的特点，采取本科老师与高职高专老师合作编写的方式，借助本科老师在理论方面深厚的功底，在写作质量上进行把关，高职高专老师则发挥其熟悉职业教育教学需求的优势把握教材的广度与深度，力图解决专业基础课程理论与应用相结合的目的。

2. 高职高专教育培养的人才面向生产、管理第一线的技术型人才，基础课程的教学应以必需、够用为原则，以掌握概念、强化应用为教学重点，注重岗位能力的培养。本套教材在保证基本知识点讲解的同时，掌握“突出基本概念，注重技能训练，强调理论联系实际，加强实践性教学环节”的原则，在内容安排上避免复杂的数学推导和计算。

3. 专业课程引入工程实例，强化培养职业能力。让学生了解在实际工作中利用单片机和 PLC 做项目的流程，并通过一系列小的实例逐步让学生产生学习兴趣，并了解开发过程，最后通过一个大的完整案例对学生进行综合培训，从而达到对职业能力的培养。

以上这些仅是高职高专教材出版的初步。如何配合学校做好为国家培养人才的工作，出版高质量的教材将是我们不断追求和奋斗的目标。

我们衷心希望，关注高等职业教育的广大读者能对本套教材的不当之处给予批评指正，提出修改意见，同时也热切盼望从事高等职业教育的老师、企业专家和我们联系，共同探讨相关专业的教学方案和教材编写等问题。来信请发至 zhaohuijun@ptpress.com.cn。

21 世纪高职高专电子技术规划教材编委会

2005 年 8 月

编者的话

随着电子技术的飞速发展，电子工艺技术日新月异，特别是表面安装技术（Surface Mounting Technology, SMT）迅猛发展并在电子产品生产中广泛应用。本书在编写时，力求突出内容的实用性和新颖性，注重对新技术和新工艺的介绍。

本书以“教、学、做、创”为基础，强调“教与训、学与练”相结合，参照国家职业技能鉴定规范，紧跟新技术、新工艺，通过大量实训内容培养学生解决实际问题的能力。

本书从电子整机产品制造工艺的实际出发，介绍了常用电子元器件、电路图的识读与常用工艺文件、印制电路板、常用装配工具与准备工艺、焊接技术、常用仪器仪表使用、总装与检验等内容。本书附9个实训项目，每章均有习题。

本书由杨清学担任主编，熊建云、陶勉担任副主编，高颂、杨科参加编写。第1章、第3章、第6章由成都职业技术学院杨清学编写，第2章、第4章由四川德阳广播电视大学广汉工作站陶勉编写，第5章由成都职业技术学院高颂编写，第7章、第8章由四川信息职业技术学院熊建云编写，实训内容由四川信息职业技术学院杨科编写。本书在编写过程中得到了各位作者所在单位的大力支持，谨在此一并致谢！

由于编写时间仓促，书中疏漏之处在所难免，敬请广大读者批评指正。

编者
2007年6月

目 录

第1章 常用电子元件	1
1.1 电阻器	1
1.1.1 电阻器概述	1
1.1.2 电阻器的主要技术参数	1
1.1.3 电阻器的分类	2
1.1.4 电阻器的识别	4
1.2 电位器	6
1.2.1 电位器的结构和种类	6
1.2.2 电位器的主要技术参数	7
1.2.3 电位器的识别	7
实训一：电阻器、电位器的识别与质量判别	7
1.3 电容器	10
1.3.1 电容器概述	10
1.3.2 电容器的主要技术参数	10
1.3.3 电容器主要参数的标注方法	11
1.3.4 电容器的检测	11
实训二：电容器的识别和质量判别	12
1.4 电感线圈	13
1.4.1 电感线圈的分类	14
1.4.2 电感线圈的主要技术参数	14
1.5 变压器	15
1.6 晶体二极管	16
1.6.1 二极管的分类	16
1.6.2 二极管的主要技术参数	17
1.6.3 二极管的命名方法	17
1.6.4 二极管的检测	18
1.7 晶体三极管	18
1.7.1 三极管的分类	18
1.7.2 三极管的主要技术参数	19
1.7.3 三极管的命名方法	19
1.7.4 三极管的检测	20
实训三：二极管、三极管的识别与质量判别	20
1.8 场效应管	23

1.8.1	场效应管概述	23
1.8.2	场效应管的主要技术参数	24
1.9	可控硅	25
1.9.1	单向可控硅	25
1.9.2	双向可控硅	26
	实训四：可控硅的识别与质量判别	27
1.10	集成电路	27
1.10.1	集成电路的分类	27
1.10.2	集成电路的封装	28
1.10.3	集成电路的使用常识	28
1.11	电声器件	30
1.11.1	扬声器	30
1.11.2	传声器	31
1.12	开关、继电器、各种接插件	32
1.13	表面安装元器件	34
1.13.1	表面安装元器件的特点	34
1.13.2	表面安装元器件的分类	35
1.14	光电器件	36
1.14.1	发光二极管	36
1.14.2	光敏电阻	37
1.14.3	光敏二极管	37
1.14.4	光敏三极管	37
1.14.5	红外接收二极管	38
1.15	显示器件	38
1.15.1	液晶显示器	38
1.15.2	LED 数码管	38
1.15.3	荧光显示器	39
	本章小结	40
	习题 1	41
第 2 章	电路图的识读与常用工艺文件	43
2.1	电路图识读的基本知识	43
2.2	电路原理图的识读	48
2.2.1	电路原理图的识读方法	48
2.2.2	电路原理图的识读举例	48
2.2.3	基本功能单元电路的分析	48
2.2.4	电源和地	51
2.3	印制电路图的识读	51
2.3.1	印制电路图识读前的准备	52
2.3.2	印制电路板的翻绘	52

2.4 常用工艺文件	53
本章小结	55
习题 2	55
第 3 章 印制电路板	57
3.1 覆铜板的种类与选用	57
3.2 印制电路板的特点和分类	58
3.3 印制电路板的手工制作	59
3.3.1 漆图法	59
3.3.2 贴图法	60
3.3.3 刀刻法	61
3.4 印制电路板生产工艺	61
3.4.1 印制电路板组装工艺流程和要求	61
3.4.2 印制电路板元器件的插装	62
3.4.3 印制电路板表面贴装技术	66
本章小结	68
习题 3	68
第 4 章 常用装配工具与准备工艺	69
4.1 常用装配工具	69
4.1.1 焊接工具	69
4.1.2 钳口工具	73
4.1.3 剪切工具	74
4.1.4 紧固工具	74
实训五: 电烙铁的拆装与质量检查	76
实训六: 电烙铁的修整与镀锡	76
4.2 准备工艺	77
4.2.1 导线的加工	77
4.2.2 元器件引脚的加工	78
4.2.3 屏蔽导线及电缆的加工	81
4.2.4 线扎制作	84
实训七: 导线的加工工艺	87
实训八: 元器件成形及装置	87
本章小结	88
习题 4	88
第 5 章 常用设备	89
5.1 浸锡炉	89
5.2 波峰焊接机	90
5.2.1 波峰焊接机的组成	90
5.2.2 表面安装使用的波峰焊接机	91
5.3 再流焊接机	92

5.3.1	再流焊接机的种类	92
5.3.2	再流焊接机的组成	94
5.3.3	红外/热风再流焊接机	94
5.4	贴片机	95
5.4.1	贴片机的结构	95
5.4.2	贴片机各部分的功能	95
5.4.3	贴片机的种类	97
	本章小结	97
	习题 5	98
第 6 章	焊接技术	99
6.1	焊接材料	99
6.1.1	焊料	99
6.1.2	助焊剂	100
6.1.3	阻焊剂	102
6.1.4	无铅焊料	102
6.1.5	焊剂的选用	104
6.2	手工焊接技术	104
6.2.1	焊接操作姿势与注意事项	104
6.2.2	手工焊接的要求	106
6.2.3	五步操作法	107
6.2.4	焊接的操作要领	108
6.3	实用焊接技术	110
6.3.1	印制电路板的焊接	110
6.3.2	导线的焊接	111
6.3.3	易损元器件的焊接	112
6.4	焊接质量的检查	113
6.4.1	焊点缺陷及质量分析	113
6.4.2	目视检查	116
6.4.3	手触检查	116
6.4.4	通电检查	116
6.5	拆焊	117
实训九	手工焊接训练与质量检查	118
6.6	自动焊接技术	119
6.6.1	浸焊	120
6.6.2	波峰焊	120
6.6.3	回流焊	122
6.6.4	焊接技术的发展	124
6.7	表面安装技术与工艺	125
6.7.1	表面安装技术	125

6.7.2 表面贴装元器件	126
6.7.3 表面贴装工艺流程	126
6.8 紧固件连接、胶接、无锡焊接工艺	128
6.8.1 紧固件连接工艺	129
6.8.2 胶接工艺	132
6.8.3 无锡焊接工艺	132
6.8.4 接插件连接工艺	134
本章小结	135
习题 6	136
第 7 章 常用电子测量仪器	137
7.1 万用表	137
7.1.1 指针式万用表	137
7.1.2 DT-830 型数字万用表	144
7.2 毫伏表	147
7.3 信号发生器	149
7.4 示波器	151
7.5 频率特性测试仪	156
本章小结	158
习题 7	158
第 8 章 电子产品的总装与检验	160
8.1 电子整机总装工艺	160
8.1.1 电子整机总装概述	160
8.1.2 电子整机总装的内容	161
8.1.3 电子整机总装的工艺原则和基本要求	161
8.1.4 电子整机总装的工艺流程	162
8.1.5 工艺规程	163
8.2 电子整机调试工艺	165
8.2.1 调试工作的内容	165
8.2.2 调试工艺文件的编制	166
8.2.3 调试仪器仪表的选配与使用	166
8.2.4 调试工作的一般程序	167
8.2.5 整机调试的一般工艺流程	168
8.2.6 故障的查找与排除	171
8.2.7 调试的安全措施	176
8.3 电子整机产品的质量管理	177
8.3.1 电子整机产品的质量特征	177
8.3.2 电子产品生产过程中的质量管理	178
8.3.3 电子产品生产过程中的可靠性保证	179
8.3.4 ISO 9000 系列质量标准	180

8.3.5	3C 强制认证	182
8.4	电子整机产品检验	182
8.4.1	整机检验的目的和方法	183
8.4.2	整机检验的内容	183
8.4.3	例行试验	184
8.5	电子产品包装工艺	186
8.5.1	包装概述	186
8.5.2	包装材料	188
8.5.3	条形码与防伪标志	188
8.5.4	电子整机包装工艺	190
	本章小结	191
	习题 8	192

常用电子元器件							差 别 符 号	常用电子元器件
1.0	1.8	2.0	2.1	2.2	2.3	2.4	(±2%) 碳	E6
2.5	3.0	3.3	3.6	3.9	4.3	4.7		E12
5.1	5.6	6.2	6.8	7.5	8.2	9.1		E24
10	12	15	18	20	22	25	(±20%) 金属	E6
28	30	33	36	39	43	47		E12
51	56	62	68	75	82	91		E24

第 1 章

常用电子元器件

电子产品生产与检测，是电子产品生产与检测专业的一门专业基础课，也是从事电子产品生产与检测工作的必备知识。

电子产品的生产离不开电子元器件，如电阻器、电容器、电感器、晶体二极管、晶体三极管等是组成电子电路的基本元件。显然，电子元器件的性能和质量对电子产品的品质影响很大，电子产品的设计、管理和生产人员必须掌握各类元器件的性能和检测方法。

【主要内容】 电阻器、电容器、电感器、晶体二极管、晶体三极管、场效应管、可控硅、集成电路的主要参数及测量方法；电声器件、表面安装元器件、开关、继电器、各种接插件、光电器件、激光头、显示器件的性能与检测。

【学习方法】 熟悉各电子元器件的参数，加强实训。

1.1 电 阻 器

1.1.1 电阻器概述

电阻器是具有电阻特性的电子元件，是电子线路中应用最为广泛的元件之一，通常称为电阻。电阻器分为固定电阻器和可变电阻器（电位器），在电路中起分压、分流和限流等作用。

常见电阻器的电路符号如图 1.1 所示。

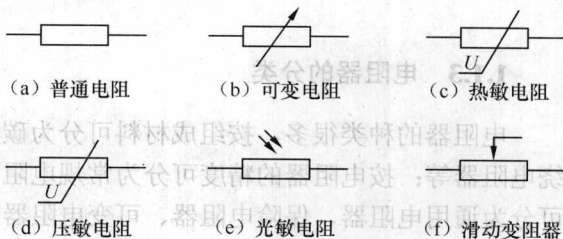


图 1.1 常见电阻器的电路符号

1.1.2 电阻器的主要技术参数

要正确选用电阻器，必须熟悉它的技术参数。

☺ 想一想 电阻器有哪些技术参数呢？

1. 标称阻值

标称阻值是指在电阻器表面所标示的阻值。为了生产和选购方便，国家规定了系列阻值，目前电阻器标称阻值系列，即 E6、E12、E24 系列，其中 E24 系列最全。三大标称阻值系列取值如表 1.1 所示。

表 1.1 电阻器标称阻值系列

标称值系列	允许偏差	电阻器标称阻值							
E24	I 级 (±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 (±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 (±20%)	1.0	1.5	2.2	3.3	3.9	4.7	5.6	8.2

对具体的电阻器而言，其实际阻值与标称阻值之间有一定的偏差，这个偏差与标称阻值的百分比叫做电阻器的误差。误差越小，电阻器的精度越高。电阻器的误差范围有明确的规定，对于普通电阻器其允许误差通常分为 3 大类，即±5%、±10%、±20%。

使用表 1.1 时，将表中数值乘以 10^n (其中 n 为整数) 即为系列阻值，如 E24 系列中 1.5Ω、15Ω、150Ω、1.5kΩ、15kΩ、150kΩ 等。实际选择时，若系列中没有则选择阻值相近的电阻使用。

2. 额定功率

额定功率是指电阻器在正常大气压力及额定温度条件下，长期安全使用所能允许承受的最大功率值。在电路图中各种功率的电阻器采用不同的符号表示，如图 1.2 所示。

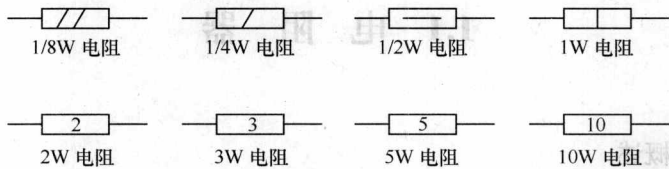


图 1.2 电阻器额定功率在电路图中的表示方法

1.1.3 电阻器的分类

电阻器的种类很多，按组成材料可分为碳膜电阻器、金属膜电阻器、合成膜电阻器和线绕电阻器等；按电阻器的精度可分为常规电阻器、精密型电阻器和高精度电阻器等；按用途可分为通用电阻器、保险电阻器、可变电阻器、敏感电阻器等。

1. 碳膜电阻器

碳膜电阻器是由碳沉积在瓷介质基体上制成的，通过改变碳膜的厚度或长度获得不同的电阻值。其主要特点是高频特性好、价格低。

提示 碳膜电阻器广泛用于家电产品中，是最早使用的电阻器，但精度差。

碳膜电阻器的结构如图 1.3 所示。

2. 金属膜电阻器

金属膜电阻器是在真空条件下，在瓷棒（芯）上用镀膜的方式镀上一层合金，然后通过

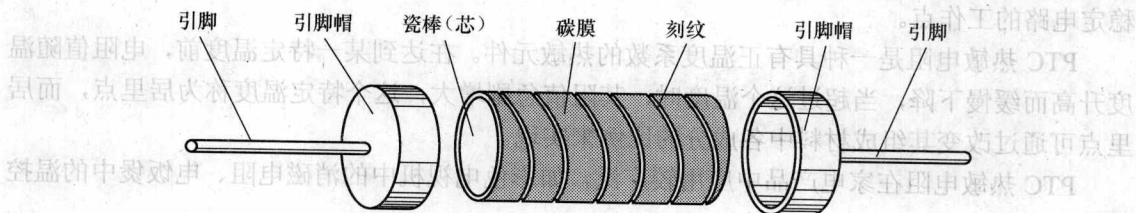


图 1.3 碳膜电阻器的结构（最外面还有一层保护漆）

刻上间距不同的螺纹来产生不同阻值，它的结构和外形都与碳膜电阻器相似。其主要特点是耐高温，当环境温度升高后，其阻值随温度的变化很小，高频特性好，精度高，在精密仪表和要求较高的电子系统中使用。

3. 合成膜电阻器

合成膜电阻器包括合成漆膜电阻器、合成碳质实芯电阻器和金属玻璃釉电阻器等。合成漆膜电阻器是由炭黑、石墨和填充料用树脂漆作黏结剂经加热聚合而成的浸涂在陶瓷基体表面的漆膜，主要用做高阻电阻器和高压电阻器。

合成碳质实芯电阻器是由炭黑、石墨、填充料和黏结剂混合压制并经加热聚合而成的实芯电阻体，作为普通电阻器用在电路中。

金属玻璃釉电阻器是在陶瓷或玻璃基体上主要用金属、金属氧化物，以玻璃釉、有机黏结剂混合黏结并经烘干、高温烧结而成的电阻膜，又称厚膜电阻器。

合成膜电阻器体积比较大，性能也不是很好，现在很少使用。

4. 线绕电阻器

线绕电阻器是在绝缘骨架（通常为瓷管或瓷棒）上用康铜或锰铜丝绕制而成的。它具有功率大、耐高温、噪声小、精度高等优点，但分布电感大、高频特性差，适用于在低频、高温、大功率等场合使用。

5. 熔断电阻器

熔断电阻器又称保险电阻器。它能在过流、过载时自动熔断，从而起到保护电子元器件的作用。

提示 在正常情况下，熔断电阻器具有普通电阻器的电气特性，一旦电路中电压升高、电流增大，熔断电阻器就会在规定的时间内熔断。

6. 热敏电阻器

热敏电阻器是一种对温度特别敏感的电阻器，在温度发生变化时其阻值也发生变化。热敏电阻器的符号见图 1.1 (c)。

热敏电阻器按结构分为直热式和旁热式两种，直热式是利用电阻本身通过电流产生热量，使电阻值发生变化；旁热式由两个电阻组成，一个电阻是热源电阻，一个是热敏电阻。

热敏电阻器按温度系数分为负温度系数电阻器和正温度系数电阻器。

NTC 热敏电阻是一种具有负温度系数的热敏元件，其阻值随温度的升高而减小，可用于

稳定电路的工作点。

PTC 热敏电阻是一种具有正温度系数的热敏元件。在达到某一特定温度前，电阻值随温度升高而缓慢下降，当超过这个温度时，其阻值急剧增大，这个特定温度称为居里点，而居里点可通过改变其组成材料中各成分的比例来实现。

PTC 热敏电阻在家电产品中应用较广泛，如彩色电视机中的消磁电阻、电饭煲中的温控器等。

☺ 想一想 热敏电阻还有哪些应用？请查找有关资料。

7. 光敏电阻器

光敏电阻器是利用具有光电效应的半导体材料制成的电阻器。光敏电阻器的符号见图 1.1 (e)。

光敏电阻器按光敏特性分为可见光光敏电阻器和红外光光敏电阻器；按半导体材料的不同分为单晶光敏电阻器和多晶光敏电阻器。

光敏电阻器在无光线照射时阻值较高，当有光线照射时阻值很快下降。光敏电阻器主要用于光电自动控制系统，如自动报警系统。

8. 贴片电阻器

贴片电阻器又称片式电阻器，用于高集成度的电路板上，用自动安装机安装。其优点是体积小，分布电感和分布电容小。

贴片电阻器按制造工艺可分为厚膜型贴片电阻器和薄膜型贴片电阻器；按封装外形可分为矩形贴片电阻器和圆柱形贴片电阻器，矩形贴片电阻器的外形如图 1.4 所示。

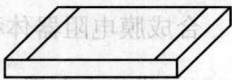


图 1.4 矩形贴片电阻器的外形

1.1.4 电阻器的识别

1. 电阻的单位

电阻的基本单位为“欧姆”，简称“欧”，用希腊字母“Ω”来表示。除欧姆外，电阻的单位还有千欧(kΩ)和兆欧(MΩ)等，其换算关系见表 1.2。

【例】 $1\text{M}\Omega=1000\text{k}\Omega=10^6\Omega$ ； $1\text{k}\Omega=10^3\Omega$ 。

表 1.2 常用的级数单位

数量级	10^{12}	10^9	10^6	10^3	1	10^{-3}	10^{-6}	10^{-9}	10^{-12}	10^{-15}
单位	太	吉	兆	千		毫	微	纳	皮	飞
字母	T	G	M	k		m	μ	n	p	f

2. 电阻器的标识方法

(1) 直标法

直标法是用阿拉伯数字和单位符号在电阻器的表面直接标出标称阻值和允许偏差的方法。其优点是直观，易于判读。但数字标注中的小数点不易辨识，因此又采用文字符号法。

(2) 文字符号法

文字符号法是将阿拉伯数字和字母符号按一定规律的组合来表示标称阻值及允许偏差的方法。其优点是认读方便、直观，由于不使用小数点，提高了数值标记的可靠性，多用在大功率电阻器上。

 **提示** 文字符号法规定：字母符号有 Ω (R)、k、M、G、T，用于表示阻值时，字母符号 Ω (R)、k、M、G、T 之前的数字表示阻值的整数，之后的数字表示阻值的小数，字母符号表示小数点的位置和阻值单位。

【例】 5R1 表示 5.1Ω ，R 表示欧姆 (Ω)；“56k”表示 $56k\Omega$ ，“5k6”表示 $5.6k\Omega$ 。k、M、G、T 表示级数。

误差等级所使用的字母及其含义如表 1.3 所示。

表 1.3 电阻值允许误差与字母对照表

字 母	允许误差 (%)	字 母	允许误差 (%)
W	$\pm 0.05\%$	G	$\pm 2\%$
B	$\pm 0.1\%$	J	$\pm 5\%$
C	$\pm 0.25\%$	k	$\pm 10\%$
D	$\pm 0.5\%$	M	$\pm 20\%$
F	$\pm 1\%$	N	$\pm 30\%$

(3) 色标法

色标法是用色环代替数字在电阻器表面标出标称阻值和允许误差的方法。其优点是标志清晰，易于看清，而且与电阻的安装方向无关。色环颜色规定如表 1.4 所示。

表 1.4 电阻值允许误差与字母对照表

颜色	有效数字	倍率	允许误差 (%)	颜色	有效数字	倍率	允许误差 (%)
棕色	1	10^1	$\pm 1\%$	灰色	8	10^8	—
红色	2	10^2	$\pm 2\%$	白色	9	10^9	$\pm 50\% \sim \pm 20\%$
橙色	3	10^3	—	黑色	0	10^0	—
黄色	4	10^4	—	金色	—	10^{-1}	$\pm 5\%$
绿色	5	10^5	$\pm 0.5\%$	银色	—	10^{-2}	$\pm 10\%$
蓝色	6	10^6	$\pm 0.2\%$	无色	—	—	$\pm 20\%$
紫色	7	10^7	$\pm 0.1\%$				

色标法分为四色环色标法和五色环色标法，如图 1.5 所示。

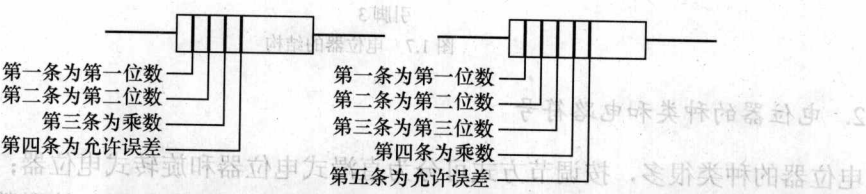


图 1.5 电阻器的四色环和五色环色标表示法