

- 项目导向
- 任务驱动
- 侧重技能
- 面向就业



工业和信息化部职业教育教学指导委员会“十二五”规划教材

浙江省“十一五”重点教材建设项目
高等职业教育电子信息类专业规划教材·项目导向系列

电子产品 生产与管理

◎ 郑发泰 主编 张培忠 翁正国 副主编

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



电子工业出版社
PUBLISHING HOUSE OF ELECTRONICS INDUSTRY

工业和信息化部职业教育指导委员会“十二五”规划教材
浙江省“十一五”重点教材建设项目
高等职业教育电子信息类专业规划教材·项目导向系列

电子产品生产与管理

郑发泰 主编

张培忠 翁正国 副主编

553930

电子工业出版社

Publishing House of Electronics Industry

北京·BEIJING

内 容 简 介

本书以工作任务为逻辑主线来组织内容,将完成工作任务必需的相关理论知识构建于项目之中。全书共分为五个项目,内容覆盖了元器件的认知与检验、印制电路板的绘制、印制电路板的制作、元器件的预成型、电烙铁的使用、印制电路板的组装、印制电路板的焊接检查与拆焊、导线加工、电子产品安装、电子产品技术文件的编写等。

本教材配套的网站建设不仅具有常规的教学平台,还结合了企业专家的建议,拓展了教学内容,构建了一个服务平台,融入了电子产品特色,具有生产工艺、产品目录、生产设备、企业名录等资源库建设,供从事本岗位工作人员进行查询,为他们在从事岗位工作中提供服务。

本教材适用于高职高专院校电子信息类专业的教学,也可供从事电子行业的工程技术人员参考,教材配备有配套的电子课件、课程网站,可供教师在教学中使用,也可供学生复习或自学。

未经许可,不得以任何方式复制或抄袭本书之部分或全部内容。

版权所有,侵权必究。

图书在版编目(CIP)数据

电子产品生产与管理/郑发泰主编. —北京:电子工业出版社, 2011. 6

高等职业教育电子信息类专业规划教材·项目导向系列

ISBN 978 -7 -121 -13468 -5

I. ① 电… II. ① 郑… III. ① 电子产品 - 生产工艺 - 高等职业教育 - 教材 IV. ① TN05

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2011) 第 084561 号

策 划: 王昭松

责任编辑: 谭丽莎 文字编辑: 王凌燕

印 刷: 涿州市京南印刷厂

装 订: 涿州市桃园装订有限公司

出版发行: 电子工业出版社

北京市海淀区万寿路 173 信箱 邮编 100036

开 本: 787 × 1092 1/16 印张: 11.25 字数: 288 千字

印 次: 2011 年 6 月第 1 次印刷

印 数: 3 000 册 定价: 25.00 元

凡所购买电子工业出版社的图书,如有缺损问题,请向购买书店调换。若书店售缺,请与本社发行部联系,联系及邮购电话: (010) 88254888。

质量投诉请发邮件至 zlt@phei.com.cn, 盗版侵权举报请发邮件至 dbqq@phei.com.cn。

服务热线: (010) 88258888。

前 言

本书是浙江省“十一五”重点建设教材之一。“电子产品生产与管理”是高职高专和中等职业技术学校电子信息类专业的重要课程之一。通过本课程的学习与实践,掌握常用元器件的识读、认知电子产品在生产过程中常用的工具、设备的使用与注意事项、掌握电子产品的生产制作工艺过程、了解电子产品生产标准、合理编写产品生产技术文件,并在生产实践中提高工艺管理、质量控制能力,为今后的学习和工作打下良好的基础。

本教材的内容是根据应用电子技术专业工作任务与职业能力分析表中电子产品生产、电子产品管理两大工作任务领域而设置的,是本专业课程体系中的工程技术型课程。本课程将以工作任务为逻辑主线(电子产品制造业的企业里需求量最大的专业技术人员、一线的生产管理人员,技术管理人员,质量管理人员)来组织课程,将完成工作任务必需的相关理论知识构建于项目之中,学生在完成具体项目的过程中学会完成相应工作任务,训练职业能力,掌握相应的理论知识。

本教材的参考教学时间为48学时。全书共分为五个项目,内容覆盖了元器件的认知与检验、印制电路板的绘制、印制电路板的制作、元器件的预成型、电烙铁的使用、印制电路板的组装、印制电路板的焊接检查与拆焊、导线加工、电子产品安装及电子产品技术文件的编写,并把生产流水线的知识及新型电子工艺知识穿插其中,培养学生在电子工艺与质量管理方面的基本技能。

本书在进行编写的过程中认真研究了现阶段学生的知识体系和能力内涵,正确认识应用型人才培养的知识与能力结构,注重培养学生掌握必备的基本理论、专门知识和实际工程的基本技能,把握理论以够用为度,知识、技能和方法以理解、掌握、初步运用为度的编写原则。

本书在内容上关注新材料、新工艺在电子产品生产过程中的应用,结合企业专家的建议,拓展教学内容,融入电子产品特色,具有生产工艺、产品目录、生产设备、企业名录等教学资源(<http://jpke.zjbt.net.cn/dzcpscygl/index.asp>),供从事本岗位工作人员进行查询,为学生在从事岗位工作中提供帮助。

参加编写本教材的老师有:浙江工商职业技术学院郑发泰、张培忠、翁正国、李翠凤,浙江康盛股份有限公司技术部张夏仙,宁波永望电子有限公司技术部俞坚。其中,郑发泰担任本教材的主编和统稿工作,张培忠和翁正国担任副主编。

由于编者水平和经验有限,书中难免有错误和不妥之处,敬请读者批评指正。

编 者

2010年12月

目 录

项目1 识别与检测电子元器件	(1)
项目要求	(1)
相关知识	(1)
1.1 电阻(位)器	(1)
1.1.1 电阻(位)器的类型及其主要参数	(1)
1.1.2 电阻(位)器的检测	(7)
1.2 电容器	(9)
1.2.1 电容器的类型及其主要参数	(9)
1.2.2 电容器的检测	(11)
1.3 电感器	(13)
1.3.1 电感器的类型及其主要参数	(13)
1.3.2 变压器的类型及其主要参数	(15)
1.3.3 电感器和变压器的检测	(16)
1.4 半导体分立元器件	(17)
1.4.1 半导体分立元器件的型号命名	(17)
1.4.2 半导体二极管的类型与检测	(18)
1.4.3 半导体三极管的类型与检测	(20)
1.4.4 场效应管的类型与检测	(22)
1.5 半导体集成电路	(24)
1.5.1 集成电路的分类及命名方法	(24)
1.5.2 集成电路的引脚识别	(25)
1.5.3 模拟集成电路	(26)
1.5.4 数字集成电路	(28)
1.5.5 集成电路的检测	(29)
1.6 电声器件	(30)
1.6.1 传声器	(30)
1.6.2 扬声器	(31)
1.7 光电器件和压电器件	(33)
1.7.1 光电器件	(33)
1.7.2 压电器件	(34)
1.8 表面安装元器件	(36)
1.8.1 表面安装元器件的特点与分类	(36)
1.8.2 片式无源元件与有源元件	(38)

1.8.3	SMD/SMC 的使用	(39)
1.8.4	表面安装元器件的使用要求	(40)
1.9	开关件与接插件	(41)
1.9.1	开关件的分类及主要参数	(41)
1.9.2	开关件的检测	(42)
1.9.3	接插件及其检测	(42)
	任务与实施	(43)
	作业	(48)
项目 2	认识与使用材料、工具及设备	(49)
	项目要求	(49)
	相关知识	(49)
2.1	常用材料	(49)
2.1.1	绝缘材料	(49)
2.1.2	线料	(51)
2.1.3	敷铜板	(53)
2.1.4	焊接材料	(56)
2.2	常用工具	(58)
2.2.1	常用五金工具	(58)
2.2.2	电烙铁	(61)
2.2.3	其他辅助工具	(63)
2.3	电子整机装配常用设备	(64)
2.4	电烙铁的使用	(70)
	任务与实施	(75)
	作业	(77)
项目 3	编制产品技术文件与工艺文件	(78)
	项目要求	(78)
	相关知识	(78)
3.1	电子产品技术文件的分类和作用	(78)
3.1.1	概述	(78)
3.1.2	设计文件的分类	(79)
3.2	设计文件内容和工程图纸	(82)
3.2.1	设计文件的内容	(82)
3.2.2	电气制图的基本知识	(85)
3.2.3	图形符号	(88)
3.2.4	系统图、框图和电路图的绘制	(88)

3.3 电子产品的工艺文件	(89)
3.3.1 工艺文件的内容	(89)
3.3.2 电子产品工艺文件	(92)
3.4 电子产品工艺文件示例	(104)
任务与实施	(110)
作业	(113)
项目4 电子产品的安装工艺	(114)
项目要求	(114)
相关知识	(114)
4.1 安装概述	(114)
4.1.1 安装工艺的整体要求	(114)
4.1.2 安装工艺中的紧固和连接	(115)
4.2 安装准备工艺	(121)
4.2.1 元器件的检验、老化和筛选	(121)
4.2.2 元器件的预处理	(122)
4.2.3 导线的加工	(123)
4.3 元器件的安装	(124)
4.3.1 典型元件器的安装	(124)
4.3.2 表面安装技术	(129)
4.3.3 表面安装工艺	(131)
4.4 整机总装工艺	(133)
4.4.1 机架的装配工艺	(133)
4.4.2 面板安装工艺	(133)
4.4.3 插件安装工艺	(133)
4.4.4 总装接线工艺	(134)
任务与实施	(135)
作业	(140)
项目5 电子产品生产组织与质量管理	(141)
项目要求	(141)
相关知识	(141)
5.1 电子产品生产工艺工作组织	(141)
5.1.1 电子产品生产工艺工作程序	(142)
5.1.2 电子产品生产各阶段的工艺过程	(143)
5.1.3 电子产品生产中的标准化	(153)
5.2 电子产品生产工艺的管理	(154)

※5.3 ISO 9000 质量管理 and 质量标准	(157)
5.3.1 ISO 的含义及 ISO 的主要职责	(157)
5.3.2 ISO 9000 质量标准的组成	(157)
5.3.3 建立和实施质量管理体系的目的和意义	(158)
※5.4 ISO 14000 系列环境标准	(160)
5.4.1 ISO 14000 标准	(160)
5.4.2 实施 ISO 14000 标准的意义	(160)
任务与实施	(161)
作业	(166)
附录 A SMT 常用术语中英对照	(167)

参考文献	(170)
------------	-------

项目1 识别与检测电子元器件

项目要求

以电子产品为载体，通过拆卸、检测、筛选电子产品中的元器件，识别电路板上的各种电子元器件；讲授元器件的参数标识方法和检测方法；了解各种元器件的指标和种类；训练学生能够选择正确的仪器仪表检测各种电子元器件参数，达到能认识常见元器件，判别元器件质量好坏的目的。

【知识要求】

- 熟悉常用电子元器件的外形和特征。
- 熟悉常用电子元器件的参数和功能。
- 熟悉常用电子元器件的命名与标注。
- 熟悉 SMT 元器件的特点、种类和规格。

【能力要求】

- 能够选择正确的仪器仪表检测电子元器件的参数。
- 能检验电子元器件的外观质量。
- 能筛选电子元器件。
- 能熟练应用常见元器件。

相关知识

电子电路是由电子元器件组成的。常用的电子元器件有电阻器、电容器、电感器、半导体分立元器件、电声器件、光电器件和压电器件、表面安装元器件及各种传感器等。

1.1 电阻（位）器

电阻（位）器是在电子电路中用得最多的元器件之一，电阻器又叫电阻。在电路中主要起分压、分流、负载（能量转换）等作用，也用于稳定、调节、控制电压或电流的大小。

电阻（位）器的文字符号用大写字母“R”表示。电阻的单位是欧姆（ Ω ），常用的单位还有千欧姆（ $k\Omega$ ）、兆欧姆（ $M\Omega$ ）。它们之间的换算关系是

$$1M\Omega = 10^3k\Omega = 10^6\Omega$$

1.1.1 电阻（位）器的类型及其主要参数

电阻（位）器从结构上可分为固定电阻（位）器和可变电阻（位）器两大类，常见电阻（位）器的外形和电路图形符号如图 1.1 所示。

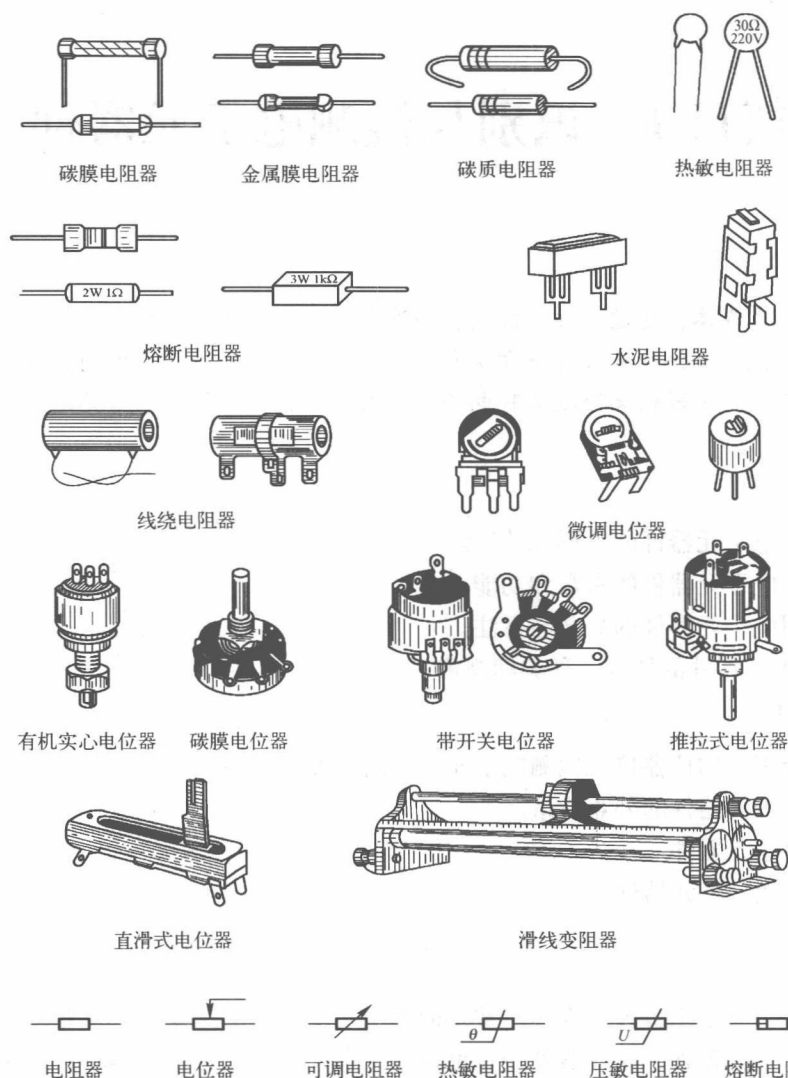


图 1.1 常见电阻（位）器的外形和电路图形符号

电阻器种类很多，通常可分为固定电阻器、可变电阻器、敏感电阻器、熔断电阻器和集成电阻器。

熔断电阻器又称保险电阻器，是一种具有电阻器和熔断器双重作用的具备复合功能的特殊元器件，分为可恢复式熔断电阻器和一次性熔断电阻器。熔断电阻器在电路正常工作时起电阻作用，当电路发生故障则迅速熔断。

敏感电阻器是指对光、电压、磁场、温度、空气湿度、气体浓度等反应敏感的电阻器，如热敏电阻器、压敏电阻器、光敏电阻器、气敏电阻器、湿敏电阻器及力敏电阻器等。

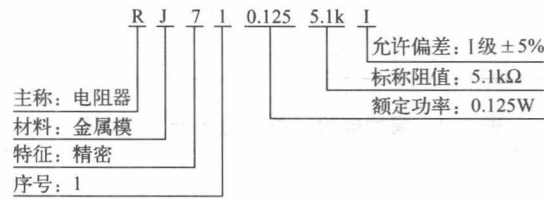
电位器就是在可调电阻上再加一个开关，做成同轴联动形式，如收音机中的音量旋钮和电源开关等。

根据国家标准 GB2470—1995 的规定，电阻器及电位器的型号由 4 部分组成，如表 1.1 所示。

表 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		用字母和数字表示含义
符号	含义	符号	含义	符号	含义	额定功率 阻值 允许误差 精度等级等
R W	电阻器 电位器	T H P U C I J Y S N X R G M	碳膜 合成膜 硼碳膜 硅碳膜 沉积膜 玻璃釉膜 金属膜 氧化膜 有机实心 无机实心 线绕 热敏 光敏 压敏	1, 2 3 4 5 7 8 9 G T X L W D	普通 超高频 高阻 高温 精密 电阻器—高压 电位器—特殊 高功率 可调 小型 测量用 微调 多圈	

例如，RJ71 -0.125 -5.1kI 型电阻器。



可见，RJ71 表示精密金属模电阻器，其额定功率为 0.125W，标称电阻值为 5.1kΩ，允许偏差为 ±5%。

1. 额定功率

在规定的温度和环境下，电阻器在电路中长时间连续正常工作时所允许消耗的最大功率，叫电阻器的额定功率。如果电阻器在超过额定功率的情况下工作，温度会明显升高，电性能也会不稳定，严重的会烧毁。

对于不同类型的电阻器有不同的额定功率等级，表 1.2 列出了电阻（位）器的额定功率等级。不同额定功率的电阻器，在电路图中的标注有多种，有的是直接在电路图中标出该电阻器的功率数值（如 xW 或 xxW），有的则在图中用电路图符号来表示，如图 1.2 所示。

表 1.2 电阻（位）器的额定功率等级

种 类	额定功率（W）																
线绕电阻	0.05	0.125	0.25	0.5	1	2	4	8	10	16	25	40	50	75	100	150	250 500
非线绕电阻	0.05	0.125	0.25	0.5	1	2	5	10	25	50	100						
线绕电位器	0.25	0.5	1	1.6	2	3	5	10	16	25	40	63	100				
非线绕电位器	0.025	0.05	0.1	0.25	0.5	1	2	3									

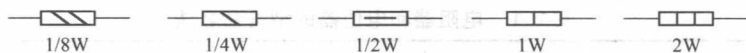


图 1.2 电阻器额定功率的符号表示

2. 标称阻值和允许偏差

电阻器上所标注的阻值称为标称值。电阻器的实际阻值 R 和标称值 R_R 之差除以标称值所得到的百分数，为电阻器的允许误差 δ 。

$$\delta = \frac{R - R_R}{R_R} \times 100\%$$

误差越小的电阻（位）器，其标称值规格越多。常用固定电阻（位）器的标称值系列如表 1.3 所示，允许误差等级如表 1.4 所示。

表 1.3 常用电阻（位）器的标称值系列

系 列	允 许 误 差	电阻系列标称值											
E24	Ⅰ级 $\pm 5\%$	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 $\pm 10\%$	1.0	1.1	1.5	1.8	2.2	2.7	3.3	3.9	4.7	5.6	6.8	8.2
E6	Ⅲ级 $\pm 20\%$	1.0		1.5		2.2		3.3		4.7		6.8	

表 1.4 常用电阻（位）器的允许误差等级

允许误差	$\pm 0.5\%$	$\pm 1\%$	$\pm 5\%$	$\pm 10\%$	$\pm 20\%$
等级	005	01	I	Ⅱ	Ⅲ
文字符号	D	F	J	K	M

电阻（位）器上的标称值是按国家规定的阻值系列标注的，因此在选用时必须按阻值系列去选用，使用时将表中的数值乘以 $10^n \Omega$ （ n 为整数），就成为这一阻值系列。如 E24 系列中的 1.8 就代表有 1.8Ω 、 18Ω 、 180Ω 、 $1.8k\Omega$ 、 $180k\Omega$ 等系列电阻值。

3. 电阻器的标识

阻值和允许误差在电阻上常用的标识方法有 4 种。

(1) 直接标识法。将电阻器的阻值和误差等级直接用数字和文字符号标识在电阻器上。对于小于 1000Ω 的阻值只标出数值，不标单位。精度等级只标 I 级或 II 级，III 级不标注。电阻器直接标识法如图 1.3 所示。它的标称值是 $1.5M\Omega$ ，允许误差为 $\pm 10\%$ ，RT-5 表示是碳膜电阻，额定功率为 5W。



图 1.3 电阻器直接标识法

(2) 文字符号法。将需要标识的主要参数与技术指标用文字和数字符号有规律地标识在电阻器上。欧姆用 Ω 表示、千欧用 k 表示、兆欧（ $10^6\Omega$ ）用 M 表示、吉欧（ $10^9\Omega$ ）用 G 表示、太欧（ $10^{12}\Omega$ ）用 T 表示。电阻值的整数部分写在阻值单位的前面，电阻值的小数部分写在阻值单位的后面，特定的字母表示电阻的允许偏差，可参照表 1.4。

[例 1.1] 用文字符号法表示 0.12Ω 、 1.2Ω 、 $1.2k\Omega$ 、 $1.2M\Omega$ 、 $1.2 \times 10^9\Omega$ 电阻的阻值大小。

解： 0.12Ω 的文字符号表示为 R12；

1.2Ω 的文字符号表示为 1R2 或 1 Ω 2；

$1.2k\Omega$ 的文字符号表示为 1K2；

$1.2M\Omega$ 的文字符号表示为 1M2；

$1.2 \times 10^9\Omega$ 的文字符号表示为 1G2。

[例 1.2] 解释下列用文字符号法标注的电阻的含义： $7R5J$ 、 $3k3K$ 、R12。

解： $7R5J$ 表示该电阻标称值为 7.5Ω ，允许偏差为 $\pm 5\%$ ；

$3k3K$ 表示该电阻标称值为 $3.3k\Omega$ ，允许偏差为 $\pm 10\%$ ；

R12 表示该电阻标称值为 0.12Ω ，允许偏差为 $\pm 20\%$ 。

(3) 数码标注法。用 3 位阿拉伯数字标注在电阻器上来表示电阻器的标称值的方法称为数码标注法。前两位代表电阻值的有效数，第三位数 n 表示倍乘 10^n （即有效值后 0 的个数），这里 n 取 $0 \sim 8$ ，9 是个特例，意思是 10^{-1} ，单位默认为 Ω ，电阻器的允许误差表示与文字符号法相同。

[例 1.3] 解释下列用数码标注法标注的电阻的含义： 10^2J 、 $756K$ 、220、229。

解： 10^2J 表示该电阻标称值为 $10 \times 10^2 = 1k\Omega$ ，J 表示该电阻的允许偏差为 $\pm 5\%$ ；

$756K$ 表示该电阻标称值为 $75 \times 10^6 = 75M\Omega$ ，K 表示该电阻的允许偏差为 $\pm 10\%$ ；

220 表示该电阻标称值为 $22 \times 10^0 = 22\Omega$ ，该电阻的允许偏差为 $\pm 20\%$ ；

229 表示该电阻标称值为 $22 \times 10^{-1} = 2.2\Omega$ ，该电阻的允许偏差为 $\pm 20\%$ 。

(4) 色环标识法。对体积很小的电阻和一些合成电阻器，其阻值和误差常用色环来标识，如图 1.4 所示。色环标注法有 4 环和 5 环两种。4 环电阻器有 4 道色环，第一道环和第二道环分别表示电阻器的第一位和第二位有效数字，第三道环表示 10 的乘方数（ 10^n ， n 为颜色所表示的数字），第四道环表示允许误差（若无第四道色环，则误差为 $\pm 20\%$ ）。色环电阻的单位一律为 Ω 。

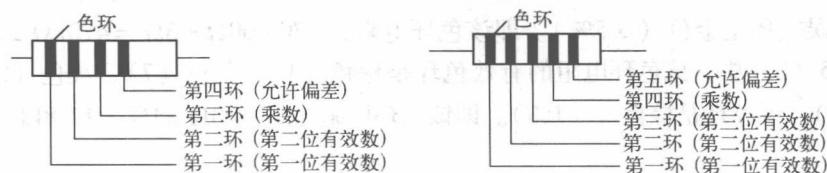


图 1.4 电阻器的色环标识法

现在普遍使用的是精密电阻，精密电阻一般用 5 道色环标识，它的前 3 道色环表示 3 位有效数字，第四道色环表示 10^n （ n 为颜色所代表的数字），第五道色环表示阻值的允许误差。四色环电阻器和五色环电阻器的色标含义如表 1.5 和表 1.6 所示。

表 1.5 四色环电阻器的色标表示法

颜色	黑	棕	红	橙	黄	绿	蓝	紫	灰	白	金	银	无色
第一位有效值	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9			
第二位有效值	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9			
倍乘	10^0	10^1	10^2	10^3	10^4	10^5	10^6	10^7	10^8	10^9	10^{-1}	10^{-2}	
允许误差 (%)										+50 ~ -20	±5	±10	±20

表 1.6 五色环电阻器的色标表示法

颜色	黑	棕	红	橙	黄	绿	蓝	紫	灰	白	金	银
第一位有效值	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9		
第二位有效值	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9		
第三位有效值	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9		
倍乘	10^0	10^1	10^2	10^3	10^4	10^5	10^6	10^7	10^8	10^9	10^{-1}	10^{-2}
允许误差 (%)		±1	±2				±0.5	±0.25	±0.1			

采用色环标识的电阻器，颜色醒目，标识清晰，不易褪色，从不同角度都能看清阻值和允许偏差。目前在国际上都广泛采用色标法。

注意：读色环的顺序规定为，更靠近电阻引线的色环为第一环，离电阻引线远一些的色环为最后的环（即偏差环）；偏差环与其他环的间距要大（通常为前几环间距的 1.5 倍）。若两端色环离电阻两端引线等间距时，可借助于电阻的标称值系列（表 1.3）及色环符号规定（表 1.5 和表 1.6）中有效数字与偏差的特点来判断。

【例 1.4】 如图 1.5 所示，读出图 1.5 所示两色环电阻标识的阻值。

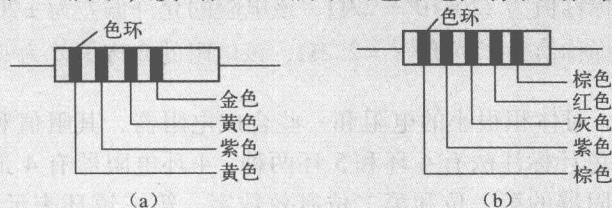


图 1.5 色标法的电阻器

解：在图 1.5 (a) 中，该色环电阻的有效色环是黄色 (4)、紫色 (7)，倍乘环是黄色 (10^4)，误差环是金色 ($\pm 5\%$)。即该色环电阻为 $470\ 000\Omega \pm 5\% = 470\text{k}\Omega \pm 5\%$ 。

在图 1.5 (b) 中，该色环电阻的有效色环是棕色 (1)、紫色 (7)、灰色 (8)，倍乘环是黄色 (10^2)，误差环是棕色 ($\pm 1\%$)。即该色环电阻为 $17\ 800\Omega \pm 1\% = 17.8\text{k}\Omega \pm 1\%$ 。

4. 电位器的类型

电位器按材料可分为线绕电位器 (WX)、有机实心电位器 (WS)、碳膜电位器 (WT)、金属膜电位器 (WJ)、玻璃釉电位器 (WI) 等；按结构可分为单圈电位器、多圈电位器、单联电位器、双联电位器、多联电位器、抽头式电位器、贴片式电位器、锁紧式电位器和非锁紧式电位器等；按开关的调节形式又有旋转式电位器、推拉式电位器、直滑式电位器等；

按驱动方式不同可分为手动调节电位器和电动调节电位器等。

(1) 碳膜电位器。碳膜电位器主要由马蹄形电阻片和滑动臂构成,其结构简单,阻值随滑动触点位置的改变而改变。碳膜电位器的阻值范围较宽($100\Omega \sim 4.7\text{M}\Omega$),工作噪声小、稳定性好、品种多,因此广泛用于无线电设备和家用电器中。

(2) 线绕电位器。线绕电位器是由合金电阻丝绕在环状骨架上制成的。其优点是能承受大功率且精度高,电阻的耐热性和耐磨性较好;其缺点是分布电容和分布电感较大,影响高频电路的稳定性,故在高频电路中不宜使用。

(3) 直滑式电位器。其外形为长方体,电阻体为板条形,通过滑动触头改变阻值。直滑式电位器多用于收录机和电视机中,其功率较小,阻值范围为 $470\Omega \sim 2.2\text{M}\Omega$ 。

(4) 方形电位器。这是一种新型电位器,耐磨性好,装有插入式焊片和插入式支架,能直接插入印制电路板,不用另设支架。常用于电视机的亮度、对比度和色饱和度的调节,阻值范围在 $470\Omega \sim 2.2\text{M}\Omega$,这种电位器属于旋转式电位器。

5. 电位器的主要参数

电位器的主要参数除与电阻器相同之外还有如下参数。

(1) 阻值的变化规律。这是指电位器的阻值随转轴旋转角度的变化关系,可分为线性电位器和非线性电位器。常用的有直线式、对数式、指数式,分别用 X、D、Z 字母来表示。字母符号一般印在电位器上,使用时应特别注意。

直线式电位器适用于做分压器,常用于示波器的聚焦和万用表的调零等方面;对数式电位器常用于音调控制和电视机的黑白对比度调节,其特点是先粗调后细调;指数式电位器常用于收音机、录音机、电视机等的音量控制,其特点是先细调后粗调。

(2) 额定功率。电位器的两个固定端上允许耗散的最大功率为电位器的额定功率。使用中应注意,额定功率不等于中心抽头与固定端的功率。电位器的额定功率有 0.1W、0.25W、0.5W、1W、1.6W、2W、3W、5W、10W、16W、25W 等。

(3) 标称阻值。标称阻值指标在电位器上的阻值,其系列与电阻的系列类似,它等于电阻体两个固定端之间的电阻值。

(4) 允许误差等级。根据不同精度等级,实际阻值与标称阻值可允许 $\pm 20\%$ 、 $\pm 10\%$ 、 $\pm 5\%$ 、 $\pm 2\%$ 、 $\pm 1\%$ 的误差。精密电位器的精度可达 $\pm 0.1\%$ 。

注意: 由于电阻体阻值分布的不均匀性和滑动触点接触电阻的存在,电位器的滑动臂在电阻上移动时会产生噪声,这种噪声对电子设备的工作将产生不良影响。

1.1.2 电阻(位)器的检测

1. 普通电阻器的检测

当电阻器的参数标识因某种原因脱落或欲知道其精确阻值时,就需要用仪器对电阻器的阻值进行测量。对于常用的碳膜电阻器、金属膜电阻器及线绕电阻器的阻值,可用普通数字式万用表和指针式万用表的电阻挡直接测量。在具体测量时应注意以下两点:

(1) 合理选择量程。如果使用指针式万用表。先将万用表功能选择置于“ Ω ”挡,由于指针式万用表的电阻挡刻度线是一条非均匀的刻度线,因此必须选择合适的量程,使被测电

阻的指示值尽可能位于刻度线的 0 刻度到全程 2/3 的这一段位置上, 这样可提高测量的精度。对于上百千欧的电阻 (位) 器, 则应选用 $R \times 10k$ 挡来进行测量。

(2) 注意调零。所谓“调零”就是将万用表的两支表笔短接, 调节“调零”旋钮使表针指向表盘上的“0 Ω ”位置上。

2. 热敏电阻器的检测

常温检测: 在接近 25 $^{\circ}\text{C}$ 室内温度下, 用万用表两表笔接触热敏电阻器的两个引脚, 测出的阻值与标称值相对比, 二者相差在规定的误差范围内即为正常, 若测出的阻值与标称值相差较大, 则说明其性能不良或已损坏。

注意: 室温高于 25 $^{\circ}\text{C}$ 时, 正温度系数 (PTC) 热敏电阻器阻值偏大, 负温度系数 (NTC) 热敏电阻器阻值偏小。

加热检测: 使热敏电阻器升温或降温 (如电烙铁靠近热敏电阻器对其烘烤加热、体温加热、酒精降温等), 同时用万用表监测其电阻值, 如果 PTC 热敏电阻器随温度的升高阻值增大、NTC 热敏电阻器随温度的升高阻值减小, 说明热敏电阻器正常; 若阻值无变化或变化很小, 说明热敏电阻器已损坏或功能失效, 不能继续使用。

常温测量时, 注意不要用手捏住热敏电阻体, 以防止人体温度对检测产生影响; 加热测量时, 注意热源不要与热敏电阻器靠得过近或直接接触热敏电阻器, 以免损坏元件。

3. 压敏电阻器的检测

用万用表测量压敏电阻器两个引脚间的绝缘电阻, 应为无穷大, 否则说明漏电。若所测电阻很小, 说明压敏电阻器已损坏, 不能使用。

4. 光敏电阻器的检测

(1) 亮、暗电阻测量。在挡住光敏电阻器透光窗口和将光线射进光敏电阻器的透光窗口的情况下, 分别用万用表测量光敏电阻器的阻值, 其暗电阻值越大、亮电阻值越小 (或亮、暗电阻相差越大), 说明光敏电阻器性能越好; 若暗电阻很小、亮电阻很大, 说明光敏电阻器已损坏, 不能使用。

(2) 动态电阻测量。改变射入光敏电阻器透光窗口的光线强度或改变透光窗口的大小, 万用表指针应随光线强弱的变化而左右摆动; 如果万用表指针始终停在某一位置不动, 则光敏电阻器的光敏材料已经损坏。

5. 电位器的检测

(1) 检测要求。电位器的总阻值要符合标识数值, 电位器的中心滑动端与电阻体之间要接触良好, 其动态噪声和静态噪声应尽量小, 其开关应动作准确可靠。

(2) 检测方法。先测量电位器的总阻值, 即两端片之间的阻值为标称值, 然后再测量它的中心端与电阻体的接触情况。将一支表笔接电位器的中心焊接片, 另一支表笔接其余两端片中的任意一个, 慢慢将其转柄从一个极端位置旋转至另一个极端位置, 其阻值则应从零 (或标称值) 连续变化到标称值 (或零)。

1.2 电容器

电容器又叫电容。电容是一种能存储电能的元器件，由于充电需要时间，所以电容上的电压不能突变。电容在电路中有通交流隔直流、通高频阻低频的作用。在电路中也常用做交流信号的耦合、交流旁路、电源滤波、谐振选频等。

电容的文字符号用大写字母“C”表示。电容的单位是法拉(F)，常用的单位还有毫法(mF)、微法(μF)、纳法(nF)、皮法(pF)。它们之间的换算关系是

$$1\text{F} = 10^3\text{mF} = 10^6\mu\text{F} = 10^9\text{nF} = 10^{12}\text{pF}$$

1.2.1 电容器的类型及其主要参数

电容按结构可分为固定电容和可变电容，可变电容中又有半可变(微调)电容和全可变电容之分。电容按材料介质可分为气体介质电容、纸介电容、有机薄膜电容、瓷介电容、云母电容、玻璃釉电容、电解电容、钽电容等。电容还可分为有极性电容和无极性电容。常见电容器外形和电路图形符号如图1.6所示。

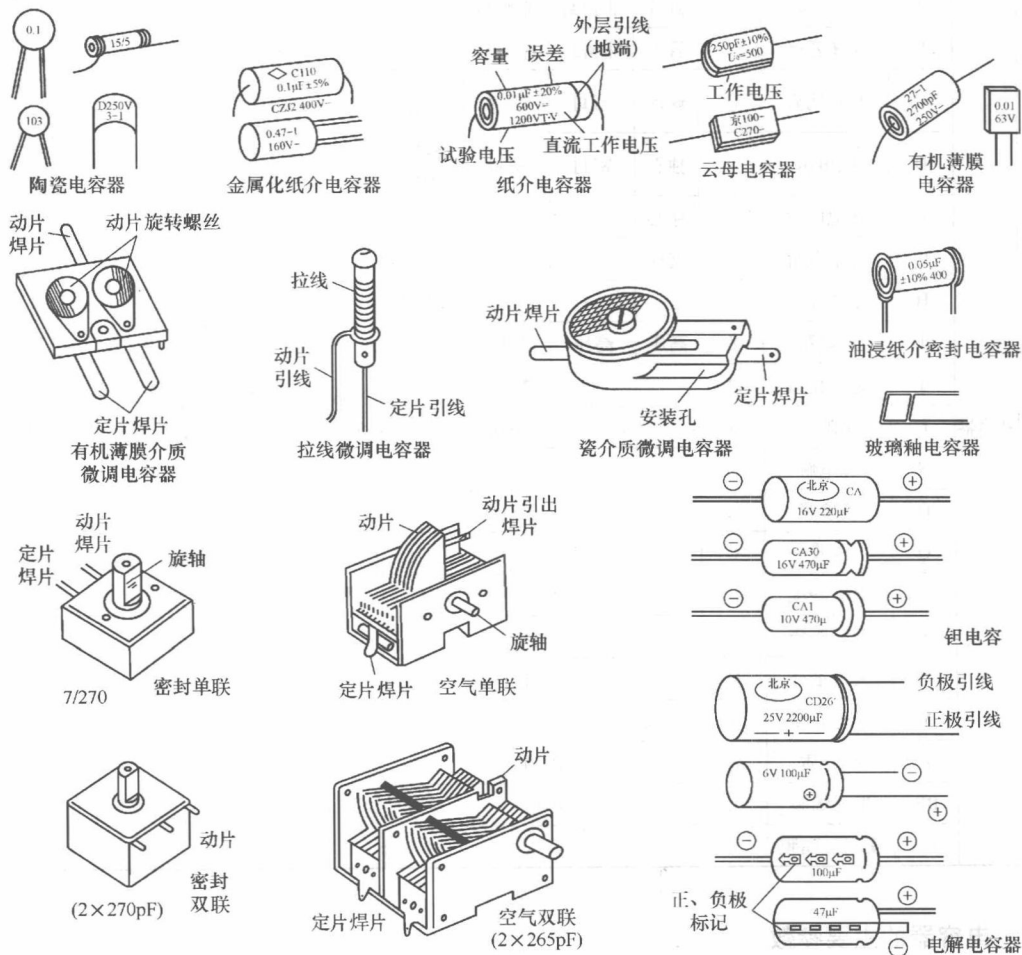


图 1.6 常用电容器图形符号