

中等职业教育系列教材

电子技能实训及制作

主编 徐伟刚
参编 崔秋丽 宋东萍
主审 白秉旭

西安电子科技大学出版社

2008

内 容 简 介

本书涵盖了中等职业学校应用电子专业对学生电子技能训练的要求。全书采用项目化课程体系,体现了目前的课改精神——“做中学、练中学和干中学”,同时注重和“新知识、新器件、新工艺和新技术”的结合,且与生产实际有一定的联系。

本书共安排了十三个项目,其中前四个项目为基础模块,后面的项目为综合模块,知识、技能上具有一定的过渡,利于学生的学习。

本书内容完整,通俗易懂,项目可选择性强,便于教学和自学,既可作为中等职业学校电子类专业实训教材,也可作为成人教育培训和学习用书。

★本书配有电子教案,需要的老师可与出版社联系,免费提供。

图书在版编目(CIP)数据

电子技能实训及制作 / 徐伟刚主编. —西安: 西安电子科技大学出版社, 2008.8

(中等职业教育系列教材)

ISBN 978-7-5606-2077-0

I. 电… II. 徐… III. 电子技术—专业学校—教材 IV. TN

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2008)第 095288 号

策 划 陈 婷 杨丕勇

责任编辑 杨 璠

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

<http://www.xduph.com> E-mail: xdupfb@pub.xaonline.com

经 销 新华书店

印刷单位 西安文化彩印厂

版 次 2008 年 8 月第 1 版 2008 年 8 月第 1 次印刷

开 本 787 毫米×1092 毫米 1/16 印 张 10.75

字 数 246 千字

印 数 1~4000 册

定 价 15.00 元

ISBN 978 - 7 - 5606 - 2077 - 0/TN • 0440

XDUP 2369001-1

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。

前 言

《国务院关于大力发展职业教育的决定》中明确指出：要“坚持以就业为导向，深化职业教育教学改革。”课程改革作为职业教育改革的核心内容，是当前及以后的一段较长时期内职业教育改革的重要任务。江苏省教育研究机构在经过多年职业教育改革研究的基础上，提出了颇具职业教育特色的课程开发理念，提出“以能力为本位，以职业实践为主线，以项目课程为主体”的模块化专业课程体系，为我们的课程改革指明了方向。

本课程是专业实践课程，是中等职业学校应用电子相关专业的骨干课程。本书在编写时着重考虑了与生产实践的结合，增加了企业安全生产管理的一些内容；将课程顺序按生产工艺流程进行编排，采用项目课程、任务引领的模式；考虑到新课程在教学过程中可能会产生跳跃，适度地进行了过渡和缓冲。本书以实践为主，为方便教师教学，每个实训项目均配有电原理图、PCB 板(元件安装图)及元件明细表，大多项目已经过实践，可直接引用。

本书由苏州高等职业技术学校徐伟刚任主编，苏州工业职业技术学院的崔秋丽、宋东萍也参与了编写。徐伟刚编写了项目一、项目四、项目六、项目七和项目八，崔秋丽编写了项目三、项目五、项目十一和项目十二，宋东萍编写了项目二、项目九、项目十和项目十三。全书由徐伟刚统稿。

本书由白秉旭老师审阅，他提出了许多宝贵的修改意见，为提高本书的质量起到了很好的作用，在此表示衷心的感谢。

由于编者水平有限，书中难免存在不足之处，欢迎批评指正。

编 者
2008年5月

建议课时安排

项 目	完成任务内容	学时数	
项目一	任务一 安全标志、标识的识读	2	4
	任务二 安全文明生产的实现	2	
项目二	任务一 电阻器、电位器的识读	4	14
	任务二 电容器的识读	2	
	任务三 电感器与变压器的识读	2	
	任务四 半导体分立元件的识读	4	
	任务五 接插件、开关的识读	2	
	任务六 集成电路的识读	2	
	任务七 表面安装元器件的识读	2	
项目三	任务一 常用工具及设备的识读与使用	2	14
	任务二 电工电子常用材料的识别	2	
	任务三 元器件引脚成形及实践训练	2	
	任务四 导线加工工艺及实践训练	4	
	任务五 线扎制作及实践训练	4	
项目四	任务一 通孔式元件的焊接训练	10	28
	任务二 表面安装技术(SMT)及实践训练	10	
	任务三 印制电路板的组装	4	
	任务四 散热器、面板及整机机壳的装配	2	
	任务五 电子产品工艺文件的识读	2	
项目五	万用表的制作	8	8
项目六	直流稳压电源的制作	5	5
项目七	OTL 功率放大器的制作	6	6
项目八	晶体管收音机的制作	10	10
项目九	声光双控节电灯的制作	5	5
项目十	延时电子门铃电路的制作	5	5
项目十一	音乐彩灯控制电路的制作	5	5
项目十二	单极开关控制双亮电路的制作	5	5
项目十三	电风扇温控电路的制作	5	5
合 计			118

注：实践训练与制作项目有选择性地进行的，建议总教学课时在 100 学时左右。

项目一 安全常识、文明生产

学习目标

- ◇ 学习了解电子产品生产过程中经常使用的安全标识，学会如何依照标识来规范自己的行为。
- ◇ 掌握生产过程中 5S 活动的核心内容，做到文明生产。

任务单

- 安全标志、标识的识读；
- 安全文明生产的实现。

任务一 安全标志、标识的识读

我国国家标准 GB 2894《安全标志》中对有关安全方面的禁止标志、警告标志等标识有着明确的规定，了解和认识这些标识对提醒人们注意不安全因素、防止事故发生会起到积极有效的作用。可能我们对这些标识有一定的认识，但不一定了解其真正的含义，也不了解做出怎样的行为才算符合标志、标识的要求。下面就电子产品生产制造过程中常用的一些标志和标识进行识读学习，从而可以规范一些影响自身安全的行为。

图 1-1 为注意安全警告标志，提醒人们此处附近可能存在安全、危险隐患，须多加注意。有的地方还在标志正下方外加文字提醒，如“高压危险”等。



图 1-1 注意安全警告标志

图 1-2 为当心触电警告标志，提醒人们此处可能存在触电的危险，不可随意触摸。



图 1-2 当心触电警告标志

图 1-3 为当心火灾警告标志，提醒人们此处可能存在引起火灾的危险，如附近可能存放有易燃气体、液体等，一般情况下禁止明火(包括由开关触点、电子设备引起的火花)靠近。带有此标志的物质如酒精、香蕉水等应存放在无明火存在的专用存放点，以防止接触明火而引起火灾。



图 1-3 当心火灾警告标志

图 1-4 为当心机械伤人警告标志，提醒人们此工作场所可能存在机械伤人危险，工作时应集中注意力，避免疲劳操作。



图 1-4 当心机械伤人警告标志

图 1-5 为当心弧光警告标志，在有电焊机工作或类似电子闪光灯测试等产生弧光的场所，有灼伤人眼的危险，此标志提醒人们远离或加防护措施。



图 1-5 当心弧光警告标志

图 1-6 为当心中毒警告标志，提醒人们此工作场所可能存在有毒物质，特别是可挥发有毒气体，工作时应穿戴防护服，根据防护要求，头部应带防毒面具或口罩等，防止有毒物质进入人体。带有此标志的物质应存在安全、一般人员接触不到的专用场所，并做好密封防护措施。



图 1-6 当心中毒警告标志



思考与问答

下述图例均为禁止标志，请把准确答案填入空格处。



1. 此标志为_____标志;



2. 此标志为_____标志;



3. 此标志为_____标志;



4. 此标志为_____标志。

任务二 安全文明生产的实现

1.2.1 安全生产

安全生产是指在产品制造、运输过程中，必须保障产品本身、生产设备和操作人员等方面的安全。电子产品生产环境中操作人员经常遇到的是用电安全问题，烙铁等高温设备引起人员烫伤的问题，以及一些清洗溶剂如酒精、香蕉水等易燃物品引起火灾等问题，至于产品及设备的安全将由文明生产过程和现场管理来保证。

生产环境中所用电源电压通常是 380 V 或 220 V，如果人触及，肯定会发生触电事故。我国国家标准 GB 4706《家用和类似用途电器的安全》和国际电工委员会(IEC)的相关标准中都规定了安全特低电压是：“导线与导线之间或导线与地之间的电压不超过 42 V，空载电压不超过 50 V，”在潮湿环境中工作电压应低于 42 V。为了保证安全生产，在生产过程中所能触及到的电压应在安全特低电压以下，有可能触及高于安全特低电压的地方应增加隔离保护措施，设备应有良好的接地。为防止烫伤，操作烙铁时应穿好工作服，戴上手套，规范操作。酒精等易燃物品应存放在规定地点，远离明火，并配备防火设施。安全生产的关键是起主动作用的人，所以员工进入企业时必须接受安全教育，操作场所也应悬挂安

全操作规程。只有人人都遵守操作规程，才能杜绝安全事故的发生。

以下为某企业总装车间的安全操作规程。

总装车间安全操作规程

一、操作带电设备时勿触及非安全电压的导电部分。在非安全电压条件下作业时，应尽可能用单手操作，双脚踏在绝缘物上。

二、无论是永久性的还是临时性的电气设备和电动工具，都应接好完全保护地线。在拆除电气设备后，不应留有带电导线，如果需要保留时，应用绝缘包带缠好。

三、调试高压设备时，操作人员应穿绝缘鞋，戴绝缘手套。排除故障时，注意应先断开电源并对高压器件放电。通常应在场地周围设置栏网并挂上“高压危险”的警告牌。非试机人员禁止进入场地。

四、酒精、汽油、香蕉水等易燃物品，不能放在电炉等明火附近，使用完毕应及时放回专用存放点。

五、生产操作中剪下的导线头和金属以及其他剩余物应妥善处理，不能乱放乱甩，甚至遗留在整机内部。为了搞好安全生产，各种设备和电源都应设专人负责，定期检查，及时发现问题并及时解决。

操作者必须认真严格遵守各项安全操作规程。

1.2.2 文明生产和 5S 现场管理

生产场地清洁明亮、布局合理，生产过程正规、安全、秩序井然，这样的生产，称为文明生产。有了文明生产才能充分发挥设备和人才的优势，才能保证产品质量和实现企业全面质量管理。对于整个生产企业来说，文明生产涉及到企业的各项管理措施和每个管理者及操作者。文明生产的核心是现场管理，这些年在制造业，比较分析日本和欧美企业的一些先进的现场管理模式，大量应用于日本企业的 5S 管理模式受到推崇，我们也把这一模式作为例子进行简单介绍。

20 世纪末，日本制造的产品遍布世界每一个角落，许许多多的经济专家及管理学者不禁要问，他们做了什么？追根寻源，发现他们只是在生产现场实行一种称为“5S”的活动，正是这种看似简单的活动，造就了他们不断地追求效率，不断地追求品质，降低成本，创造更大的企业利润，获得更大市场空间的结果。

1. 5S 活动的基本内容

1) 整理(SEIRI)

将工作场所的任何物品区分为有必要的与没有必要的，除了有必要的留下来，其他的都清除掉。这样能够腾出空间，防止误用、误送不用的物品，塑造清爽的工作场所。

2) 整顿(SEITON)

把留下来的物品必须依规定摆放，并放置整齐，加以标示。使工作场所一目了然，缩短找寻物品的时间，营造整齐的工作环境，消除过多的积压物品。

3) 清扫(SEISO)

将工作场所内看得见与看不见的地方都清扫干净，保持工作场所干净、整洁。这样能够稳定品质，减少环境对产品的影响。

4) 清洁(SEIKTSU)

保持和维持上面 3S 的成果。

5) 素养(SHITSUKE)

每位成员养成良好的习惯，并按照规则做事，培养主动积极的精神，营造团队精神。

以上的五个方面是企业生产管理的主要活动，五个称谓由日语而来，其英文注音的第一个字母都为 S，所以简称为 5S 活动。

5S 活动的核心是要全员参与，从基础做起，循序渐进，并且要持之以恒。5S 活动的内涵都是最基础、最简单的东西，对某些人来讲也许不屑一顾，但是再简单的事不去做，不做到位，或不彻底去实施，都不会有效果。所以实施 5S 活动应让其从形式化到行事化，最后到习惯化，等到到了习惯化后，一切事情就变成了那么自然，也成了企业内活动的一种准则(标准)了，也就达到目的了。

2. 采用 5S 活动的现场管理

文明生产的核心是现场管理，采用 5S 管理是一种最常用的方式，当然对每一个企业它的内容都不完全相同，所以也就引出了 6S、7S 活动等管理模式，实质都是在原 5S 形式上的发展和变形。那么，作为电子产品生产现场通常应注意以下几点基本要求：

(1) 车间必须清洁整齐，窗户玻璃要干净明亮；工作台面、工作地面及常用仪器设备等要保持清洁整齐；室内的相对湿度应当在 65% 左右；周围环境的颜色也要和谐得当。

(2) 从事装配操作的人员，在车间内必须按规定穿好工作服、工作鞋，戴好工作帽，必要时双手要戴手套。

(3) 生产用的工具、仪表设备等，应有条理地放在操作者工作位置附近，操作者应自觉妥善使用和保管。

(4) 各种零件、部件等都要排列有序地放在合理的位置，有的还要加防尘或防碰的塑料罩。

(5) 为了保证元器件及整机的运输安全，其包装应具有防腐、防震等功能。



思考与问答

1. 我国国家标准中规定的安全特低电压为多少？
2. 5S 活动的内容主要有哪些？
3. 5S 活动的核心是什么？
4. 电子产品生产环境中主要涉及哪些安全因素？

项目二 常用电子元器件的识读

学习目标

- ◇ 了解电子元器件的命名、分类及性能。
- ◇ 掌握常用电子元器件的识别、选用和简单测试。
- ◇ 熟悉一些表面安装元器件和常用接插件。
- ◇ 学会查阅元器件手册，进行元器件的替换。

任务单

- 电阻器、电位器的识读
- 电容器的识读
- 电感器与变压器的识读
- 半导体分立器件的识读
- 接插件、开关的识读
- 集成电路的识读
- 表面安装元器件的识读

任何一个实际的电子电路都是由若干电子元器件组成的。电子元器件是整机或电子仪器中的基本单元，在电路中具有独立的电气功能，其性能和质量对电子产品的品质影响很大。学习和掌握各类常用元器件的型号规格、性能特点、识别与检测方法、用途等，对电子产品的设计、制造十分重要。

电子产品日新月异，新的元器件层出不穷，其规格型号极为繁杂。这里，主要介绍一些最常用的电子元器件的识别和检测。

任务一 电阻器、电位器的识读

2.1.1 电阻器识读

电阻器(简称电阻)是电子设备中必不可少、应用最广泛的元器件之一。它主要用于稳定和调节电路中的电流和电压，在电路中起分流、限流、降压、取样、耦合、负载、调节时间常数、抑制寄生振荡等作用。

1. 电阻器的分类

电阻器种类繁多，形状各异，额定功率也各不相同。

(1) 按结构形式分，有固定电阻器、可变电阻器和敏感电阻器等。固定电阻器是指电

阻值固定不变、不可调节的电阻器，常用字母“R”表示；可变电阻器主要是指阻值在某个范围内可调节的电阻器，如半可变电阻器及电位器等；敏感电阻器主要指电特性对于温度、光、电压、机械力、磁场等物理量表现敏感的元件，如光敏、热敏、压敏、力敏、磁敏电阻器等。由于敏感电阻器几乎都是半导体材料做成的，因此这类电阻器也叫做半导体电阻器。

(2) 按制造材料分，有碳膜电阻器、金属膜电阻器、线绕电阻器、膜式电阻器、碳质电阻器等。

(3) 按用途分，有精密电阻器、高频电阻器、高压电阻器、大功率电阻器、熔断电阻器等。常见电阻器的外形及图形符号如图 2-1 所示。

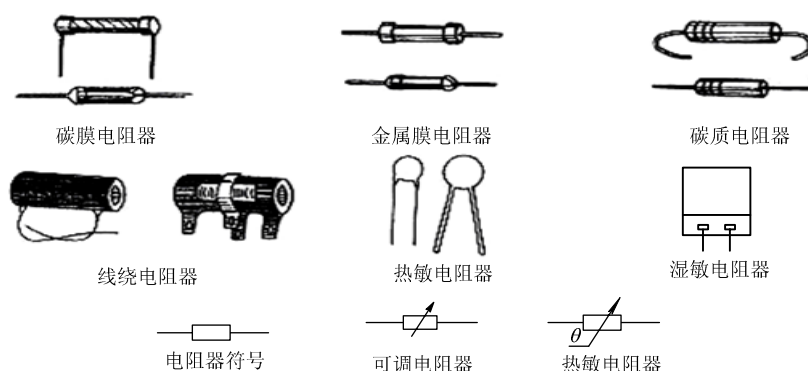


图 2-1 常见电阻器的外形及图形符号

2. 常用电阻器的特点和应用

1) 碳膜电阻器

碳膜电阻器是由结晶碳沉积在瓷质基体上制成的，通过改变碳膜的厚度或长度，可以得到不同的阻值。其主要特点是稳定性好、高频特性好、精度高、阻值范围宽($10\ \Omega \sim 10\ \text{M}\Omega$)、价格低廉，广泛应用于一般电子电路中。

2) 金属膜电阻器

与碳膜电阻器相比，金属膜电阻器只是用合金粉替代了结晶碳。金属膜电阻器除具有碳膜电阻器的特性外，耐热性更好，体积更小(与同功率的碳膜电阻器比)，常应用于质量要求较高的电路中。

3) 线绕电阻器

线绕电阻器是用涂有绝缘层的康铜丝或锰铜丝缠绕在绝缘骨架上制成的，具有精度高、功率大、噪音低、耐高温等优点，适用于测量仪器和其他精度要求高的电路中。但因其分布电感较大，故不宜在高频电路中使用。

4) 热敏电阻器

从特性上，热敏电阻器可分为两类：正温度系数电阻器和负温度系数电阻器。PTC 热敏电阻器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，电阻值随着温度升高而缓慢下降，当超过这个温度时，其阻值急剧增大。这个特定温度点称为居里点，随其材料中各成分比例的变化而变化。PTC 热敏电阻器在家电产品中被广泛应用，如彩电的消磁电阻、电饭煲的温控器等。NTC 热敏电阻器是一种具有负温度系数变化的热敏元件，其阻值随温度升高而减小，可用于稳定电路的工作点。

5) 光敏电阻器

光敏电阻器是利用半导体的光电效应特性制成的，其电阻值随着光照的强弱而变化。光敏电阻器主要用于各种自动控制、光电计数、光电跟踪以及自动曝光等场合。

6) 贴片电阻

贴片电阻体积很小，分布电感和分布电容都较小，适用于高频、高集成度、设计精度要求高的电路，是电路板设计的首选器件。

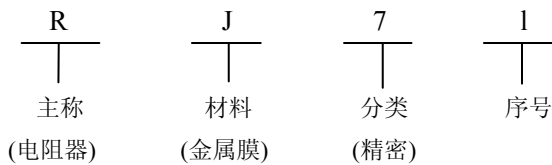
3. 电阻器型号命名方法

根据国家标准 GB 2470—81 规定，电阻器的型号由四部分组成，分别代表产品的主称、材料、分类和序号。每一部分的确切含义见表 2-1。

表 2-1 电阻器和电位器的型号命名方法

第一部分：主称		第二部分：材料		第三部分：类型		第四部分：序号	
字母	含义	字母	含义	符号	产品类型	用数字表示	
R	电阻器	T	碳膜	0	—		
		H	合成碳膜	1	普通		
		S	有机实芯	2	普通		
		N	无机实芯	3	超高频		
		J	金属膜	4	高阻		
		Y	氧化膜	5	高温		
		C	沉积膜	6	—		
W	电位器	I	玻璃釉膜	7	精密		
		X	线绕	8	高压		
				9	特殊		
				G	高功率		
				W	微调		
				T	可调		
				D	多圈可调		

例 2-1 RJ71 表示金属膜精密电阻器。



需要注意的是，现在国际上对电阻普遍是用英文字头直接命名的，如碳膜电阻为 CF(Carbon Film resistor)、金属膜电阻为 MF(Metal Film resistor)、金属氧化膜电阻为 MOF(Metal Oxide Film resistor)等。

4. 电阻器主要参数的标识

电阻器的参数很多，通常考虑的有标称阻值、允许偏差和额定功率等，对有特殊要求的场合，还要考虑电阻器的温度系数、稳定性、噪声系数和高频特性等。

1) 标称阻值和允许偏差

标称阻值是指电阻器表面所标示的“名义”阻值，其基本单位为欧姆(Ω)，常用的单位还有千欧($k\Omega$)、兆欧($M\Omega$)。为了便于工业大量生产和使用者在一定范围内选用，所有标称阻值应符合国标规定的 E6、E12、E24 阻值系列，如表 2-2 所示。

表 2-2 电阻器标称阻值系列及允许偏差

系列代号	允许偏差	电阻器的标称阻值系列							
		1.0	1.1	1.2	1.3	1.5	1.6	1.8	2.0
E24	I 级($\pm 5\%$)	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
		1.0	1.2	1.5	1.8	2.2	2.7	3.3	3.9
E12	II 级($\pm 10\%$)	4.7	5.6	6.8	8.2	—	—	—	—
		1.0	1.5	2.2	3.3	4.7	6.8	—	—
E6	III 级($\pm 20\%$)	1.0	1.5	2.2	3.3	4.7	6.8	—	—

注：实际阻值为系列中数字乘以 $10^n \Omega$ ，其中 n 为整数。

允许偏差是指电阻器实际阻值与标称阻值之间允许的最大偏差范围，一般用这个偏差与标称阻值的百分比表示，又称阻值误差，用以表示产品的精度。普通电阻器的允许误差分三个等级：允许误差小于 $\pm 5\%$ 的称为 I 级，允许误差小于 $\pm 10\%$ 的称为 II 级，允许误差小于 $\pm 20\%$ 的为 III 级。此外，还有其他的阻值偏差及其标志符号的规定，见表 2-3。

表 2-3 阻值偏差标志符号规定

对称偏差标志符号				不对称偏差标志符号	
允许偏差/(%)	标志符号	允许偏差/(%)	标志符号	允许偏差/(%)	标志符号
± 0.001	E	± 0.5	D	+100	R
± 0.002	X	± 1	F	-10	
± 0.005	Y	± 2	G	+50	S
± 0.01	H	± 5	J	-20	
± 0.02	U	± 10	K	+80	Z
± 0.05	W	± 20	M	-20	
± 0.1	B	± 30	N	+ 不规定	不标记
± 0.2	C			-20	

电阻器的标称阻值和允许偏差通常都标在电阻器件上，标识方法有以下几种：

(1) 直标法：用数字和文字符号在电阻器上直接标出主要参数。其优点是直观、易于判读。如电阻器上印有 $5.1 k\Omega \pm 5\%$ ，则电阻值为 $5.1 k\Omega$ ，偏差为 $\pm 5\%$ 。若电阻上未标注偏差，则均为 $\pm 20\%$ 。

(2) 文字符号法：用数字和字母符号或两者有规律的组合来表示电阻的阻值。其优点是识读方便，可提高数值标记的可靠性，多用在大功率电阻器上。文字符号法规定：字母符号 Ω 、K、M、G、T 前面的数字表示阻值的整数部分，后面的数字表示阻值的小数部分，字母符号表示小数点的位置和阻值单位。如 $3M3$ 表示阻值为 $3.3 M\Omega$ 。

(3) 色标法：用不同颜色的色环表示电阻标称阻值和允许偏差。色标法具体规定如表 2-4 和表 2-5 所示，其优点是标志清晰，易于看清。

表 2-4 普通型(四色环)电阻器色标法

色环颜色	第 1 色环 第 1 位数	第 2 色环 第 2 位数	第 3 色环 倍率	第 4 色环 允许偏差/(%)
棕	1	1	$\times 10^1$	± 1
红	2	2	$\times 10^2$	± 2
橙	3	3	$\times 10^3$	
黄	4	4	$\times 10^4$	
绿	5	5	$\times 10^5$	± 0.5
蓝	6	6	$\times 10^6$	± 0.25
紫	7	7	$\times 10^7$	± 0.1
灰	8	8	$\times 10^8$	± 0.05
白	9	9	$\times 10^9$	
黑	0	0	$\times 10^0$	
金			$\times 10^{-1}$	± 5
银			$\times 10^{-2}$	± 10
无色				± 20

表 2-5 精密型(五色环)电阻器色标法

色环颜色	第 1 色环 第 1 位数	第 2 色环 第 2 位数	第 3 色环 第 3 位数	第 4 色环 倍率	第 5 色环 允许偏差/(%)
棕	1	1	1	$\times 10^1$	± 1
红	2	2	2	$\times 10^2$	± 2
橙	3	3	3	$\times 10^3$	
黄	4	4	4	$\times 10^4$	
绿	5	5	5	$\times 10^5$	± 0.5
蓝	6	6	6	$\times 10^6$	± 0.25
紫	7	7	7	$\times 10^7$	± 0.1
灰	8	8	8	$\times 10^8$	± 0.05
白	9	9	9	$\times 10^9$	
黑	0	0	0	$\times 10^0$	
金				$\times 10^{-1}$	
银				$\times 10^{-2}$	

色标法又分为四色环色标法和五色环色标法。普通电阻器大多用四色环色标法来标注，四色环的前两条色环表示阻值的有效数字，第 3 条色环表示阻值倍率，第 4 条色环表示阻值允许偏差范围；精密电阻器大多用五色环法来标注，五色环的前 3 条色环表示阻值的有效数字，第 4 条色环表示阻值倍率，第 5 条色环表示允许偏差范围。图 2-2 给出了色标法的两个示例。

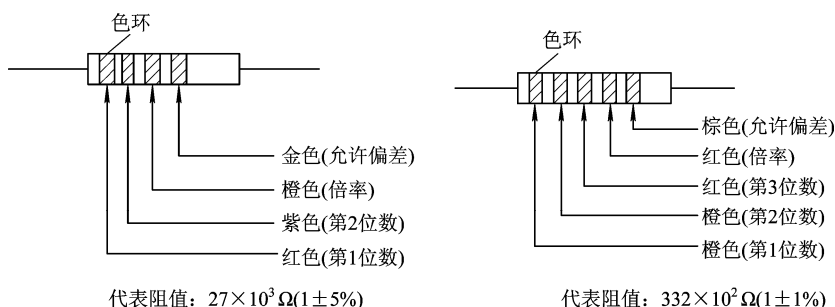


图 2-2 电阻器色标法原则

在实际中，读取色环电阻器的阻值时应注意以下几点：

① 熟记表 2-4 和表 2-5 中色环与数值的对应关系。

② 找出色环电阻的第 1 环，其方法有：色环靠近引出端最近的一环为第一环，四环电阻多以金色作为误差环，五环电阻多以棕色作为误差环。

③ 色环电阻标记不清或个人辨色能力差时，可用万用表测量。

(4) 数码法：在电阻器上用 3 位数码表示电阻器标称值。数码从左到右，前两位为有效值，第 3 位是数值的倍率，即表示在前两位有效值后所加零的个数，单位为“Ω”。偏差通常采用文字符号表示，参见表 2-2。

例 2-2 电阻器上标注 100J，表示其阻值为 $10 \times 10^0 = 10(\Omega)$ ，允许偏差为 $\pm 5\%$ 。标注 103K，表示电阻为 10 kΩ，偏差为 $\pm 10\%$ 。

2) 额定功率

额定功率是指电阻器在规定环境条件下，长期安全工作所允许消耗的最大功率。电路中电阻的实际功率必须小于其额定功率，否则，电阻的阻值及其他性能可能发生改变，甚至烧毁。电阻器的额定功率有两种表示方法：一是 2 W 以上的电阻，直接用阿拉伯数字标注在电阻体上，常用电阻额定功率系列，如表 2-6 所示；二是 2 W 以下碳膜或金属膜电阻，可以根据其几何尺寸判断其额定功率的大小，如表 2-7 所示。

表 2-6 电阻器额定功率

名称	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、16、25、50、100

表 2-7 碳膜电阻器和金属膜电阻器的尺寸与额定功率

尺寸 功率/W	RT 碳膜电阻器		RJ 金属膜电阻器	
	长度 L/mm	直径 D/mm	长度 L/mm	直径 D/mm
0.125	12	2.5	7	2.2
0.25	15	4.5	8	2.6
0.5	25	4.5	10.8	4.2
1	28	6	13	6.6
2	46	8	18.5	8.6

3) 温度系数

温度系数是指温度每变化 1℃所引起的电阻值的相对变化。温度系数越小,电阻器的稳定性越好。

5. 电阻器的识别、选用和检测

1) 电阻器的识别

(1) 电阻器外表颜色和外壳识别。电阻器外表颜色呈红色表示是金属膜电阻器,呈米黄色表示是小功率碳膜电阻器,呈绿色或深灰色(柱形)表示是大功率碳膜电阻器,呈黑色、白色或绿色表示是热敏电阻器(长方形或扁圆形),呈浅灰色表示是线绕式熔断电阻器;电阻器外壳顶部有透明感光玻璃层的是光敏电阻器;从外表可看到氧化膜的是氧化膜电阻器;外表是用白色水泥封装(矩形或扁长方形)的是大功率水泥电阻器。

(2) 电阻器标称阻值和允许偏差的识别如前面所述。

(3) 电阻器额定功率识别。根据电阻器符号上所加的点、斜线、横条、竖条、V、VII、X等的不同,来识别额定功率大小,具体如图 2-3 所示。

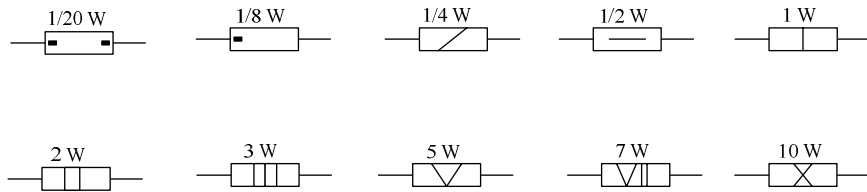


图 2-3 额定功率的标识

2) 电阻器的选用

(1) 根据电子整机的具体要求,从外形尺寸、电气性能、经济价值等方面综合考虑,选择电阻器的种类。

(2) 在一般档次的电子产品中,选用碳膜电阻器就可满足要求。对于环境较恶劣的地方或精密仪器中,应选用金属膜电阻器。

(3) 正确选取阻值和允许偏差。其阻值应选用标称值系列,允许偏差多选用±5%,对于精密仪器应选用高精度的电阻器。

(4) 为保证电阻器可靠耐用,其额定功率应是实际功率的 2~3 倍。

(5) 使用电阻器时,应注意电阻器两端所承受的最高工作电压。

(6) 电阻器绝缘性能要良好,不能有脱漆等明显损坏现象。

3) 电阻器的检测

使用前,先用目测进行外观质量检验:电阻器表面保护层不应有裂纹,不应露出导电层,也不应有明显的外来杂质,引出线上不应有影响焊接的氧化层和露出铜的伤痕,标志应清晰可辨。使用前还必须进行阻值的测量。一般测量可用万用表,精确测量可用惠斯通电桥。用万用表测阻值时,须先将万用表调零,再选择合适的倍率,尽可能使表针指在标度尺的中心部分,读数才准确;每换一次挡位应重新调零;测量时切不可用手同时捏表棒和电阻的两根引脚;不可带电测量;如电路中接有电容器,还必须将电容器放电,以免万用表被烧毁。

2.1.2 可变电阻器的识读

可变电阻器是指阻值在规定范围内可连续调节的电阻器，又称电位器。在电子设备中经常用它进行阻值和电位的调节。例如，在收录机中用它来控制音调、音量；在电视机中用它来调节亮度、对比度等。

1. 结构和种类

电位器由外壳、滑动轴、电阻体和 3 个引出端组成，如图 2-4 所示。

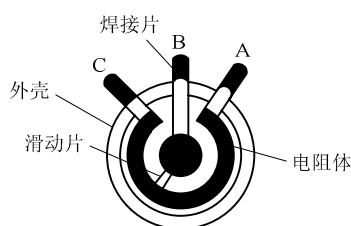


图 2-4 电位器的结构

常见电位器的外形如图 2-5 所示。

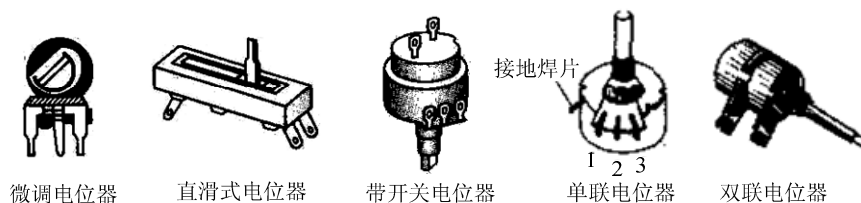


图 2-5 常见电位器的外形

电位器的种类很多，可以按材料、调节方式、结构特点、阻值变化规律、用途等进行分类，如表 2-8 所示。

表 2-8 电位器的分类

分类方式		种 类
材料	合金型电位器	线绕、金属膜
	合成型电位器	有机实芯、无机实芯、金属玻璃釉、导电塑料
	薄膜型电位器	金属膜、金属氧化膜、碳膜、复合膜
按调节方式		直滑式、旋转式(有单圈和多圈两种)
按结构方式		带抽头、带开关(推拉式和旋转式)、单联、同步多联、异步多联
按阻值变化规律		直线式(A 型)、指数式(B 型)、对数式(C 型)
按用途		普通型、微调型、精密型、功率型、专用型

2. 技术参数

除了标称值、允许偏差和额定功率外，电阻器还有以下几个主要参数：

(1) 零位电阻。零位电阻指的是电位器的最小阻值，即动片端与任一定片端之间的最小阻值。